



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ANÁLISIS AL PROBLEMA DE CONGESTIONAMIENTO VIAL Y PROPUESTA DE
MEJORAS EN EL TRAMO MERCADO ROBERTO HUEMBES - ROTONDA PASO A
DESNIVEL DE LA COLONIA CENTROAMÉRICA**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Mariana Massiel Fonseca Prado

Br. Samuel Iván Ampié Balmaceda

Tutor

Ing. Lucas Bernardo Calvo Rojas

Managua, Agosto 2015

Dedicatoria

- Primeramente dedicamos esta monografía a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto por ser el manantial de vida y brindarnos lo necesario para seguir adelante día a día y lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.
- A nuestros padres por habernos apoyado en todo momento, con sus consejos, sus valores, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor.
- A nuestro tutor por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales.

Agradecimiento

- Agradecemos primeramente a Dios, nuestro señor Jehová por permitirnos culminar con éxito este trabajo monográfico.
- A nuestros padres que sin el apoyo incondicional a través de nuestra vida no podríamos ser quienes somos hoy en día.
- A nuestros profesores por haber compartido e inculcado tan preciados conocimientos de la mano de la ética que nos hicieron crecer cada día profesionalmente.

Resumen del tema

A través de los años la ciudad capital ha venido presentando un incremento en el volumen de vehículos que transitan por ella, por lo que diversas vías de la ciudad de Managua muestran serios problemas de congestionamiento prácticamente cualquier día de la semana, y no solamente durante las horas picos, sino la mayor parte del día. Como resultado se ha hecho más difícil la circulación vehicular.

El tramo en estudio cuenta con una longitud de 1.6 km y pertenece al sistema de calles del área metropolitana de Managua que abarca desde el Mercado Roberto Huembes hasta la rotonda paso a desnivel de la colonia Centroamérica, ubicado en el Distrito No.5 en la parte Sur-Oeste de la ciudad de Managua. (Ver marco referencial del tramo en anexos)

En el trabajo monográfico se pretende dar una solución para mejorar la circulación del tráfico en este tramo, y que dicha propuesta una vez implementada disipe de una manera óptima las consecuencias del congestionamiento tales como el crecimiento de niveles de contaminación, estrés, retraso y consumo excesivo de combustibles, cuyos precios incrementan a diario. Por otro lado se procura garantizar zonas de cruce peatonales más seguras y dar las sugerencias necesarias que permitan establecer un adecuado sistema vial, tanto para el peatón como para los vehículos.,

Motivo por el cual es primordial realizar los estudios geotécnicos, de tráfico, accidentalidad y ambientales en la vía que nos darán la pauta para ejecutar un diseño que permita contar con una arteria funcional, segura, cómoda, estética y económica. Un valor agregado a la propuesta es la educación de tránsito para la introducción y uso de nuevas señales viales proveyendo así la información correspondiente a distintos usuarios de la vía.

El presente trabajo está dividido en siete capítulos asociados con los carriles y vías reversibles y la implementación de esta técnica en el tramo propuesto

El Capítulo I: Generalidades presenta conceptos, fundamentos y objetivos, imprescindibles para realizar esta monografía.

El capítulo II: Inventario vial contempla la obtención de un registro ordenado, sistemático y actualizado de la vía, que permitirá conocer sus características físicas y su estado operativo, por lo tanto se tomaran en cuenta componentes de la vía tales como las señales de tránsito, bahías, carpetas de rodamiento e infraestructura vial así como el estado de los mismos; este tiene la particularidad de ofrecer una visión integral del tramo de carretera analizado.

El capítulo III: Estudios geotécnicos resume resultados de las características de los tipos de materiales encontrados en los sondeos manuales realizados que

a su vez nos ayudan a determinar espesores de rodamiento para el diseño del carril reversible.

El capítulo IV: Estudio de tráfico, muestra resultados del conteo volumétrico vehicular, el cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), así como la planificación y diseño de los horarios de operación del carril reversible.

El capítulo V: Estudio de accidentalidad muestra particular atención a las garantías y criterios en las vías reversibles para evitar accidentes, así como algunos de los manejos operacionales que usualmente deben acompañar su utilización. Este sintetiza información relacionada a las estrategias de dirección, técnicas de control, dispositivos de control y antecedentes de seguridad vial en carriles reversibles.

El capítulo VI: Propuesta de medidas ambientales se orienta en la determinación y valoración de impactos ambientales y provee medidas para atenuar los impactos adversos potenciales, medidas de compensación, mitigación y protección ambiental.

El capítulo VII: Propuesta técnica, se enfoca en la planificación y diseño del carril reversible incluyendo los diversos criterios y filosofías que han presidido el diseño de locaciones con carril reversible, así como la buena adaptación de vías existentes a una nueva operación reversible.

Posteriormente se presentan conclusiones y recomendaciones a niveles de factor humano y factor vehicular, haciendo énfasis en el cumplimiento del derecho para la libre circulación de vehículos en los carriles reversibles.

Finalmente este trabajo proporcionará una solución viable e innovadora para disminuir el congestionamiento vial que propondrá no añadir más infraestructura a la vía para evitar y reducir inconvenientes tales como utilizar propiedad privada, por igual se tomará en cuenta que el carril propuesto tendrá varias funciones, ya que distribuirá la cantidad de vehículos por carril, disminuyendo los niveles de contaminación al evitar los embotellamientos en las horas pico, consiguientemente se disminuyen niveles de estrés, retraso, consumo de combustible y accidentalidad. Cabe destacar que en este último aspecto la solución conjunta al carril reversible, es la construcción del paso peatonal subterráneo, que facilitará la libre circulación peatonal y se mejoraran los niveles de servicio de la vía.

Índice

Capítulo I Generalidades.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos.....	7
1.5. Marco teórico	8
Capítulo II Inventario Vial.	12
2.1 Introducción	12
2.2 Identificación del tramo en estudio	12
2.3 Descripción del trabajo de campo.....	12
2.4 Clasificación funcional y tipo de superficie.....	12
2.5 Derecho de Vía:.....	13
2.6 Topografía	13
2.7 Uso de suelo.....	13
2.8 Carpeta de rodamiento e infraestructura vial.	19
2.9 Inventario peatonal	20
2.9.1 Puentes peatonales.....	20
2.9.2 Andenes o aceras	23
2.10 Iluminación.....	23
2.11 Arborización	24
2.12 Señalización	24
2.12.1 Señales verticales	24
2.12.2 Señales Horizontales	25
2.13 Puntos de conteo:.....	26
2.14 Paradas de Buses:	27
2.15 Conteos peatonales en paradas de Buses	29
2.16 Otras situaciones encontradas en el tramo de estudio.	30
2.16.1 Cauces:.....	30
2.16.2 Semáforos:.....	31
2.16.3 Gasolineras:	31
Capítulo III Estudios geotécnicos.	33

3.1	Introducción	33
3.2	Localización	34
3.3	Características generales del acceso vial existente	35
3.4	Trabajos de Campo y Laboratorio	36
3.5	Sondeos manuales	36
3.6	Fuente de Materiales y Pruebas de CBR.....	37
3.7	Diseño de Espesores provistos por el laboratorio.....	37
3.8	Conclusiones	38
3.9	Recomendaciones	38
3.9.1	Aspecto de drenaje	38
3.9.2	Aspecto constructivo	38
3.9.3	Aspecto de mantenimiento.....	39
	Capítulo IV Estudio de tráfico	40
4.1	Introducción	40
4.2	Objetivos.....	41
4.3	Clasificación del tramo en estudio	41
4.4	Hoja de campo.....	41
4.5	Resultados de los conteos volumétricos de transito	42
4.5.1	Aforo Vehicular.....	42
4.5.2	Aforos Manuales.	42
4.6	Aplicaciones de los volúmenes de tránsito.	42
4.6.1	Los volúmenes del tránsito anual (TA).	42
4.6.2	Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD).	43
4.7	Trabajos de campo	43
4.8	Resultados obtenidos	43
4.9	Promedio de la semana	45
4.10	Relación entre los volúmenes de transito promedio diario, semanal, anual	45
4.11	Expansión tráfico diario y Trafico semanal	45
4.12	Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	46
4.13	Volumen Horario de Máxima Demanda	48
4.14	Interpretación de los resultados.....	48
	Capítulo V Estudio de accidentalidad	50

5.1	Accidentalidad:	50
5.2	Señalización vial:	50
5.2.1	Señalamiento Vertical:	50
5.2.2	Señalamiento Horizontal:	51
5.3	Seguridad en la zona:	51
5.4	Desarrollo:	52
5.5	Accidentes y Seguridad:	52
5.6	Leyes que regulan el transito Nacional	54
5.7	Señalización	54
5.8	Propuestas de solución.....	54
5.9	Seguridad.	55
5.9.1	Mejorar la seguridad y la protección mediante planeación urbana.	55
5.9.2	Reducción de los accidentes.....	56
5.9.3	Señales y avisos de tránsito.....	56
5.10	Formas, colores y tipos de las señales de tránsito	56
5.10.1	Señales informativas:	57
5.10.2	Señales preventivas:	57
5.10.3	Señales reglamentarias:.....	58
5.10.4	Semáforo:.....	58
5.10.5	Señales verticales:	58
5.10.6	Señales horizontales:	58
5.11	Dispositivos de control de flujo en carriles reversibles.....	59
5.12	Mensajes electrónicos o señales con flecha.....	60
5.13	Paneles con flechas intermitentes.	60
5.14	Antecedentes de seguridad vial en carriles reversibles.	60
	Capítulo VI Propuestas de medidas ambientales	62
6.1	Introducción	62
6.2	Información Base del Medio	62
6.3	Características del distrito V	62
6.4	Determinación de áreas de influencias	64
6.5	Determinación y valoración de impactos ambientales	65
6.5.1	Impactos positivos:.....	65
6.5.2	Impactos negativos:	66

6.6	Programa de gestión ambiental	66
6.6.1	Planes que conforman el Programa de Gestión Ambiental.....	66
6.6.1.1	Plan de implantación de Medidas Ambientales.....	66
6.6.1.2	Plan de Arborización	66
6.6.1.3	Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental.....	66
6.6.1.4	Plan de Gestión Social	66
6.6.1.5	Plan de Capacitación Técnico Ambiental	66
6.7	Medidas del programa de gestión ambiental y social	67
6.7.1	Componente Social.....	67
6.8	Propuesta de medidas ambientales generales	67
	Capítulo VII Propuesta técnica	69
7.1	Introducción	69
7.2	Rediseño de la vía	69
7.3	Especificaciones técnicas del carril reversible	70
7.3.1	Características espaciales del carril reversible.	70
7.3.2	Diagrama de flujo reversibles.....	71
7.3.3	Características temporales del carril reversible.....	71
7.3.4	Administración de locaciones y carriles.....	72
7.3.5	Tipos de operaciones reversibles.....	73
7.3.5.1	Operaciones centralizadas.....	73
7.3.5.2	Localidades y operaciones contra-flujo. (Contraflow).....	73
7.3.5.3	Direcciones de flujo mayor y menor.	73
7.4	Implementación	74
7.5	Métodos y técnicas	74
7.6	Asignación de carril	75
7.7	Restricción de giros a la izquierda.	76
7.8	Políticas temporales y de emergencias.	78
7.9	Utilización de políticas de elegibilidad.....	78
7.10	Aceptación pública, Información, educación y comunicación.	79
7.11	Especificaciones y Descripción del Diseño para el carril reversible utilizando Autodesk AutoCAD Civil 3D.....	79
7.11.1	Análisis de Datos de Campo	79
7.11.2	Pasos para la realización del Diseño	80

7.11.2.1	Análisis de Datos de Campo	80
7.11.2.2	Determinación de Curvas de Nivel y Delimitación de Alineamiento de Proyecto.	80
7.11.2.3	Determinación de Perfil y Rasante	81
7.11.2.4	Secciones, plantilla y Calculo de Volumen de Movimiento de tierra.	81
7.12	Configuraciones finales.....	82
7.13	Propuestas de Señalización	83
7.13.1	Dispositivos de control de tránsito.....	84
7.13.2	Letreros	85
7.13.3	Señales	87
7.13.4	Señales horizontales	89
7.13.5	Control.....	91
7.13.6	Otros dispositivos.	93
7.13.6.1	Uso de barreras.	93
7.14	Aplicación de leyes y personal de tránsito para uso de Carril reversible .	94
7.15	Propuesta de Paso Peatonal	95
7.16	Percepción de pereza o cansancio respecto de acceder a la infraestructura	96
7.17	Propuesta de mejoras en pasos peatonales aéreos	96
7.18	Pasos peatonales subterráneos	98
	Conclusiones y recomendaciones.	100
	Conclusiones.	100
	Factor humano	100
	Factor vehicular	100
	Recomendaciones.....	101
	Factor humano	101
	Factor vehicular	102
	Bibliografía.....	103
	Anexos	

Capítulo I Generalidades.

1.1.Introducción

La presente investigación se refiere al tema de la implementación de carriles reversibles en vías que presentan problemas de congestión vial con un volumen de tráfico que supera la capacidad de la misma.

El Instituto de Ingenieros en Transporte (ITE) de los Estados Unidos, define un sistema de carril reversible simplemente como tener una operación en la cual “uno o más carriles designados al movimiento de un sentido durante una parte del día y otro sentido durante otro periodo del día” (ITE 1997), bajo ciertas condiciones, un sistema puede incluir aun los hombros u otras áreas de la calzada que normalmente estaría aplicadas a dirigir al tráfico en una dirección para acomodar al tráfico en una dirección opuesta.

La característica principal del carril reversible es proveer capacidad periódica adicional para la demanda de tráfico, mientras minimiza el número total de carriles en la vía

Para poder implementar esta solución es necesario mencionar las causas por la que se seleccionó el tramo en cuestión. Una de ellas es el incremento del parque automotor que según los registros de la Dirección Nacional de Tránsito en Managua se concentra el 62% del total de vehículos del país. La cantidad de vehículos que hay en la capital es numerosa con relación al resto de los departamentos del país, lo cual es comprensible dado que casi la mitad de la población vive en Managua, y el 90% de los vehículos de los departamentos circulan por ella. (Dirección Nacional de Tráfico, 2011)

Cada año el parque vehicular de Nicaragua crece en 10 mil unidades, presentando un crecimiento de un 11 por ciento. Con las mismas calles y carreteras, con problemas de señalización y deficiencias en educación vial, estamos propensos a más accidentes.

En nuestro país circulan casi medio millón de vehículos de diferentes tipos (Dirección Nacional de tráfico marzo 2011), y tomando en cuenta que la red vial del país es de 24,033.27 kilómetros (Anuario de indicadores estadísticos de transporte e infraestructura, MTI, 2013), pero sólo 3,446.83 km cuentan con señalización podemos definir otra causa de congestión debido al déficit de señales que regulan el tráfico.

Este problema, sumado a la falta de educación vial de los conductores, provoca que a nivel nacional haya un índice de unos 67 accidentes por día, con casi dos muertos diariamente, según estadísticas de la Dirección de Seguridad de Tránsito (DSTN).

La investigación de esta problemática se realizó con el interés de lograr una solución al problema de embotellamiento que se presenta en el tramo de la pista La solidaridad, del mercado Roberto Huembes hasta la rotonda de la colonia

Centroamérica. Esta vía se encuentra saturada la mayor parte del día, tanto para los usuarios que desean salir de Managua hacia Masaya y viceversa. (Ver ubicación de la vía en anexos).

Por otra parte se pretende proveer una solución para mejorar la circulación del tráfico en este tramo, y así evitar el crecimiento de niveles de contaminación, debido a emanaciones de gases de los automóviles; estrés, retraso y consumo excesivo de combustible, cuyos precios tienden siempre a incrementar.

En el ámbito de la seguridad se proponen zonas de cruce peatonales más seguras que permitan establecer un adecuado sistema vial, tanto para el peatón como para los vehículos que frecuentan las inmediaciones del mercado Roberto Huembes. Motivo por el cual es primordial este estudio y diseño, que permitirá contar con una arteria funcional, segura, cómoda, estética y económica.

La metodología para la propuesta de solución conllevó la realización de estudios tales como: Levantamiento topográfico, estudios de tráfico, niveles de accidentalidad y flujo peatonal en la vía, incluyendo estudios geotécnicos y el rediseño geométrico del tramo con un nuevo carril.

Particularmente, producto de la investigación y la opinión de expertos en planificación urbana, el procedimiento óptimo y técnicamente viable, sería reubicar la terminal de buses interurbanos, situada en la vía a analizar; precisamente dentro del mercado Roberto Huembes; en las afueras de la ciudad capital, pero la realización de este proyecto traería consigo un costo económico, social y político, con cuyas consecuencias nadie estaría dispuesto a lidiar.

Se consultó información en la Alcaldía de Managua y Ministerio de Transporte e Infraestructura, acerca de carriles reversibles implementados en Nicaragua, indicando que esta técnica no ha sido utilizada.

Por consiguiente se concluyó que los carriles reversibles facilitarían la distribución del volumen de tráfico en una calle o arteria para poder ser utilizada sin consecuencias sociales o grandes impactos ambientales.

Este documento es un instrumento útil que plasma las prácticas que son aceptables dentro de las limitaciones del conocimiento disponible en el tiempo de preparación del tema de carriles reversibles. Como progreso en la investigación y practica continua, nuevos conocimientos sobre este tema serán añadidos en el futuro.

1.2. Antecedentes

Desde hace aproximadamente 75 años, diversas formas de carriles reversibles han sido utilizados a través del mundo para subsanar una gran variedad de necesidades. Los tres principales usos, han sido, acomodar la demanda asociada con el balance frecuente y predecible en las horas picos, eventos poco frecuentes y no planeados y condiciones de emergencias como evacuaciones.

Una de las primeras referencias utilizadas en vías reversibles, fue en Los Ángeles, California en 1928, con una variante de carril reversible conocida como línea de movimiento central (Dorsey 1948). Que consistía en un carril donde los vehículos podían circular sin detenerse en un sentido y a ciertas horas y viceversa.

La historia del uso de los carriles reversibles muestra un incremento de su implementación en arterias, dentro de vías urbanas crecientes significativamente de 1940 a 1960 con la amplia construcción de autopistas. Más tarde el carril reversible fue utilizado en 1970 en autopistas, puentes y túneles, tanto en Estados Unidos como en otros países de Europa y Australia. Al final de los setentas y ochentas, estos sistemas fueron usados extensamente en conjunción con locaciones tales como carriles de alta ocupación (HOV), en autopistas y carriles reversibles exclusivos para buses en centros urbanos populares.

Aunque la situación no está bien documentada, es también conocido que la operación de los carriles reversibles ha sido enormemente utilizada para lidiar con eventos especiales del tráfico, así como eventos deportivos, conciertos, festivales y desastres naturales.

Uno de los ejemplos más reciente en los carriles reversibles fue en 1999, donde se utilizó para una evacuación del huracán Floyd, el cual provocó la tercera evacuación más grande en la historia de los Estados Unidos (después de los huracanes Gustav y Rita respectivamente) en donde se ordenó a 2,6 millones de residentes de la costa de cinco estados, incluyendo Florida, dejar sus casas mientras se acercaba el Huracán.

A pesar del extenso uso de operaciones reversibles, hubo pocos estudios ampliamente diseminados en la literatura. Es más, muchos de esos estudios eran teóricos, encaminados a métodos de prueba para determinar el beneficio de operaciones reversibles más que para justificar su aplicación desde entre medio de un numero de posibles alternativas.

Los primeros estudios de planeación fueron dirigidos por el Departamento de Transporte de Washington (WSDOT) para evaluar la factibilidad de carriles reversibles en la Interestatal 5 de Seattle. Una publicación de estudios de planeación fue encarrilado a examinar la factibilidad de vías con carriles reversibles, basado en la autopista Shirley en Washington, D.C. (MacDorman 1965). El estudio de la autopista Shirley fue particularmente interesante, por los resultados de las comparaciones beneficios-costos que fueron también utilizados para determinar la sensibilidad de varias combinaciones de diseños alternativos

y escenarios desarrollados. El análisis incorporó muchos de los procesos de la planeación tradicional del transporte urbano así como varios análisis de seguridad y costos de operaciones. El resultado de este estudio mostró que la alternativa preferida era una configuración de puente reversible, debido a que puede proveer capacidad adecuada con niveles menores de inversión en la infraestructura de la calle y costos operacionales. Un resultado similar fue encontrado en Seattle, en donde se encontró que una vía reversible era la mejor alternativa comparando costo y efectividad.

Luego el impacto de los carriles reversibles fue evaluado utilizando métodos más complejos y con la ayuda de modelos computarizados. Un modelo fue desarrollado y aplicado para la valoración de carriles contra-flujo con transito preferencial (Caudill y Kuo 1983). Ahí fue demostrado que la velocidad, el ritmo de flujo de los vehículos y transito incrementaría significativamente, con disminuciones correspondientes en la densidad de la corriente de tráfico.

La lista de localizaciones y nombres de carriles reversibles identificados durante la preparación de la monografía, ilustra las características y formas de implementación de las locaciones donde se han puesto en operación recientemente (Ver Lista de localizaciones y nombres de carriles reversibles existentes - Tabla I en Anexos).

Los conceptos de segmentos reversibles en general son similares. Sin embargo, el diseño específico de cada locación en particular varía significativamente basado en los objetivos, topografía y características de tráfico del área en estudio. Dos de las consideraciones primarias que controlan el diseño y características de operación de los segmentos del carril reversible es la distancia en la que el carril reversible será utilizado y los tiempos durante el cual será utilizado. Estas distancias y tiempos también incluyen los segmentos de transición y periodos de tiempo para revertir la dirección del flujo una y otra vez a su operación normal.

1.3. Justificación

Ante la realidad de un país donde las obras viables se realizan utilizando un presupuesto que cubra las necesidades básicas del sistema vial y donde el aumento del parque automotor (por cierto muy heterogéneo, desde vehículos chatarra hasta los más modernos) es inversamente proporcional al número de vías construidas para su libre circulación, es necesario plantear alternativas técnicamente viables para que cesen los embotellamientos.

La infraestructura vial de nuestra capital es actualmente limitada para satisfacer la exigente demanda de automóviles que ejercen presión sobre las principales vías de la capital, saturándose en determinados puntos identificados como conflictivos.

La vía más traficada es la carretera norte, con un volumen de tráfico aproximado de 55 mil vehículos por día, la pista Juan Pablo II, pista Rubén Darío (carretera a Masaya) y pista suburbana, muestran un volumen de tráfico que oscila entre 30 y 45 mil vehículos por día, presentando el segundo lugar en puntos conflictivos de la ciudad e incluyendo el tramo examinado en este trabajo monográfico.

La implementación del proyecto permite diversas soluciones prácticas que equilibran el espacio y la seguridad ya que distribuirá la cantidad de vehículos por carril, sin tener que agregar más infraestructura a los costados de la vía para evitar la utilización de propiedad privada; adicionándole la construcción del paso peatonal subterráneo, que facilitará la libre circulación peatonal tanto para transeúntes limitados físicamente como para el resto de ciudadanos, esto, intrínsecamente le da al proyecto el valor agregado del mejoramiento de los niveles de servicio de la vía y un gran valor social.

Otro de los aspectos que cubre la propuesta de solución desarrollada es proporcionar una medida rápida para uno de los principales problemas de circulación vial, como es un accidente en la vía, generando un paso alternativo a los vehículos mientras los accidentados son trasladados en el sentido en que sea necesario.

Cada uno de estos problemas que se analizan representan un factor adicional económico que debe atacarse ya que al incrementarse el parque vehicular, aumenta el uso de una vía, la cual no ha sido diseñada para esa cantidad de vehículos, desgastándola rápidamente, acrecentando el índice de accidentalidad y generando mayores costos tanto a la alcaldía como a los mismos usuarios.

El desarrollo de nuevas carreteras y la conversión de las existentes, que puede ser adaptada para diferentes usos en diferentes tiempos del día, ha sido un método usado por las agencias de transportación para acomodar efectivamente las necesidades constantemente cambiantes del transporte en las carreteras. Las carreteras reversibles abarcan una variedad de técnicas que añaden una medida de flexibilidad en cómo y cuándo responde a las necesidades para más

parque vehicular, capacidad adicional de giro en las intersecciones y mayor capacidad al corredor de la pista.

Los carriles con operación reversibles son considerablemente, uno de los métodos más utilizados por su beneficio costo-efecto, para incrementar la capacidad de la geometría existente en la vía. El principio de los carriles reversibles es configurar los carriles de una carretera, para igualar la capacidad de la vía y la demanda de tráfico. Este sistema es particularmente efectivo porque toma ventaja de una capacidad sin uso en el sentido con menos flujo, para incrementar la capacidad del sentido con más flujo, así, elimina la necesidad de ampliar la sección de la vía, (un ejemplo de este caso se experimenta en la carretera a Masaya entre la rotonda Paul Genie y la rotonda de Ticuantepe). Son más efectivos cuando los flujos desbalanceados están presentes, como los que ocurren durante las horas pico, antes y después de grandes eventos y durante evacuaciones de emergencia.

El concepto relativamente simple de vías con flujo reversible desmiente su actual complejidad y requerimientos complicados de operación. Estos pueden requerir esfuerzos considerables para planear y diseñar, y usualmente requieren control especial y estrategias de administración, para mantener el tráfico. Sorprendentemente, a pesar de la larga historia y extenso uso de las vías reversibles alrededor del mundo, ha habido muy pocas evaluaciones cuantitativas e investigaciones dirigidas a su rendimiento. Hay también, un número limitado de normas publicadas y estándares relacionados a su planeación, diseño, operación, control, manejo y cumplimiento. Por lo cual, la mayoría de los sistemas de carriles reversibles han sido desarrollados y dirigidos basado primariamente en la experiencia, juicio profesional y observación empírica. La limitada disponibilidad de prácticas estandarizadas y formalizadas ha resultado en considerable variación dentro de la práctica, filosofía y políticas asociadas con la utilización de los mismos. Es más, muchos de los actuales estudios de costos y beneficios del sistema de carril reversible, se mantiene en gran parte inexplorado, lo cual puede resultar en limitado conocimiento del mismo.

Esta síntesis fue realizada, para tratar también las necesidades de incrementar el nivel de entendimiento de las vías reversibles, mejorar el conocimiento de sus características, requerimientos de operación y beneficios para que las operaciones reversibles puedan ser efectivamente, mejor implementadas en el futuro. El documento fue basado en investigaciones previas y evaluación de estudios previos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Presentar una solución funcional y óptima que ayude a resolver el problema de congestionamiento vial, a través del diseño de un carril reversible.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las actividades a realizarse tanto en la etapa de diseño como en la etapa de operación del carril reversible, necesarias para su correcta implementación.
- Elaborar un diagnóstico actual de los volúmenes peatonales y de tráfico en la zona del proyecto
- Realizar un nuevo diseño de la vía, que incluya un carril reversible.
- Diseñar un plan de utilización y educación vial para la implementación del carril reversible.
- Diseñar unos pasos peatonales que sean atractivos y funcionales para los transeúntes de esta zona.

1.5. Marco teórico

El punto de partida para realizar un proyecto de esta índole nos remonta primeramente a conceptualizar el significado de un proyecto definido como un conjunto de actividades coordinadas e interrelacionadas que cumplen con ciertos objetivos específicos desarrollados de una idea para la solución a un problema. Estos generalmente deben ser alcanzados en un periodo de tiempo previamente definido y respetando un presupuesto el cual es de suma importancia debido a las condiciones de nuestro país en materia económica.

La ley 431 para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito en el capítulo X, artículo 82. Nos dice que todos los vehículos..., deben de mantener la distancia mínima suficiente, que le permita realizar las maniobras de circulación con la seguridad necesaria. Y el artículo 87 señala que para garantizar la fluidez en la circulación y evitar situaciones que la afecten, se podrán imponer restricciones o limitaciones a la circulación de determinados vehículos en determinadas vías, las que serán de obligatorio cumplimiento para los usuarios.

Sin embargo, en la realidad ninguno de estos 2 artículos se lleva a cabo ya que los embotellamientos representan el factor más relevante para la violación de los mismos, debido a que las distancias o brechas entre un vehículo y otro se reducen, cada vez más, al crecer la cantidad de parque automotor, sin mencionar la cantidad de peatones que transitan por la vía sin dar lugar a ningún tipo de maniobra y de ninguna manera se alcanza una fluidez en el tránsito.

El resultado de un planteamiento viable para la disminución de los embotellamientos debe de estar de la mano de una mejor seguridad vial tomando en cuenta el paso de peatones por la vía, por esto se propondrá la realización de un paso peatonal innovador que disminuirá posibles accidentes.

1.5.1. Descripción del Proyecto

El proyecto comprende el rediseño del tramo “Paso a desnivel de la rotonda Centroamérica – intersección del mercado Roberto Huembes implementando un carril reversible, que solucionará el problema de congestión, aumentando la capacidad de la vía. Se presentarán alternativas de pasos peatonales para el incremento de la seguridad peatonal, el cual es un factor relevante del proyecto.

1.5.2. Alcances y áreas de Influencia

El área de influencia es el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos de la obra vial sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos, frecuentemente derivados de los cambios de accesibilidad, costos de transporte, efectos físicos de la ruta como barrera y otros. Incluye Área de influencia directa e indirecta, y su delimitación debe realizarse a través de un equipo interdisciplinario que evalúe la extensión del espacio donde se manifiestan en forma significativa los impactos de la obra.

En el caso de nuestro proyecto la principal área de influencia será en el aspecto geométrico de la vía ya que se rediseñará y se agregará un carril intermedio el cual afectará el boulevard ahora existente sin añadir más infraestructura al tramo el cual no presta las condiciones para una ampliación que es la actual solución que se les da a las carreteras de Managua para aminorar los embotellamientos, la vía está vinculada con los flujos de tráfico provenientes de los departamentos Masaya, Granada y Carazo junto con el de la calle principal de Altamira que nos permite acceder a importantes centros de comercio de Managua como lo son el mercado Roberto Huembes y el Centro Comercial Managua, cabe destacar también que en el Tramo se encuentran dos hospitales los cuales son Hospital Manolo Morales y el Hospital Central de Managua Dr. Cesar Amador Kuhl, además de los distintos comercios que hay en la zona.

1.5.3. Uso de Suelo

El área en estudio representa una avenida principal ubicada en la capital por la cual transita uno de los mayores flujos vehiculares debido a que ingresan a ella vehículos de otras ciudades uniéndose al tráfico capitalino. En esta avenida se encuentran diferentes tipos de comercios, hospitales, instituciones gubernamentales y una estación de la policía nacional, incrementando su volumen de tráfico e importancia económica y social.

1.5.4. Seguridad Peatonal

El peatón representa un grupo muy importante de usuarios de la viabilidad urbana, la investigación referente al problema de los accidentes peatonales está muy poco desarrollada debido a que la integración de los peatones con la circulación automotriz y viceversa están lejos de ser resuelto, pero la necesidad primordial es el control peatonal, a través de la vía, reduciendo la cantidad y gravedad de accidentes de tránsito que involucran al peatón por lo cual se propondrá obras de control especial que garanticen zonas de cruce seguras.

Este proyecto lleva consigo la realización de un paso peatonal que es la zona de intersección entre la circulación rodada y el tránsito peatonal; es la parte del

itinerario peatonal que cruza la calzada de circulación de vehículos, en nuestro caso a un diferente nivel.

Para que este proyecto se realice es importante conocer muchas más definiciones y conceptos que se tienen que poner en práctica para cualquier tipo de proyecto de infraestructura vial, ya que todo tipo de proyecto de esta índole debe lograr que su pulcra ejecución cumpla con los objetivos planteados, es por esto que a continuación se desarrollaran los siguientes términos para la correcta definición del proyecto:

1.5.5. Carril Reversible

Los carriles reversibles son aquellos carriles que habilitan el sentido contrario de circulación para dar fluidez al tráfico, durante periodos determinados de tiempo.

En vías de dos sentidos de circulación suele ocurrir que uno de los sentidos soporta una densidad de tráfico mayor que el otro, hasta el extremo de llegar a la congestión. Una forma de aprovechar mejor la calzada disponible y evitar estas congestiones de tráfico es que el carril o carriles reversibles puedan ser utilizados por los vehículos que circulan por el sentido en que la circulación es más densa. Es decir, con estos carriles reversibles se conseguirá que, al ser utilizados en uno o en otro sentido, según las necesidades del momento, el tráfico resulte más fluido en ambos sentidos.



Imagen 1. Puente del V Centenario
(Andalucía, España), Emplea carril reversible.

1.5.6. Localización

La pista de La solidaridad, es una autopista residencial de sentido norte y suroeste localizada en Managua, Nicaragua. Esta es una de las pistas más transitadas de Managua e inicia desde la intersección con el paso a desnivel, con el paseo Naciones Unidas, entre la pista suburbana España y carretera a Masaya y culmina en la 55ª Avenida Sureste.

El proyecto está propuesto para realizarse en el tramo de calle que abarca desde el Mercado Roberto Huembés hasta la rotonda paso a desnivel de la colonia Centroamérica, ubicado en el límite del Distrito No. 1 y Distrito No.5 en la parte Sur-Oeste de la ciudad de Managua, zona que presenta el mayor potencial de crecimiento Urbano, previsto dentro del Plan General de Desarrollo Urbano de la Ciudad.

El distrito V, que es el que abarca mayor parte del tramo, cuenta con 156 barrios clasificados como 39 residenciales, 38 barrios populares, 12 urbanizaciones progresivas, 61 asentamientos espontáneos y 6 comarcas.

Esta zona se caracteriza por poseer un alto porcentaje de área rural, equivalente al 40% del área total del Distrito, que en términos urbanísticos proyecta un constante proceso de crecimiento y desarrollo.

El sector de la carretera a Masaya constituye el área donde se está desarrollando la ciudad de manera ordenada, la que se caracteriza por un comercio dirigido a la clase alta y media alta y es la cara más moderna de la ciudad, formando corredores comerciales a lo largo de la carretera.

El distrito cuenta con 62.69 Km de calles con revestimiento asfáltico, 133.06 Km lineales de calles con tratamiento superficial, 59.13 Km de calles adoquinadas, 0.06 Km de calles revestidas y 19.92 Km de tierra está bordeado y atravesado por 8 pistas, entre las cuales se destacan, pista Juan Pablo II, pista El Dorado, pista Suburbana, pista Cardenal Obando, pista Sábana Grande, pista Jean Paul Genie, pista radial Santo Domingo, carretera a Masaya, cuenta además con dos rotondas, Jean Paul Genie y la Centroamérica.

Las principales líneas o rutas de transporte urbano colectivo en este distrito son 10, movilizandando gran cantidad de población hacia los diferentes sectores de la ciudad dentro y fuera del distrito.

Debido a la localización del tramo en cuestión, este absorbe durante la mayor parte del día un gran volumen de tráfico que se adiciona por cada uno de los aspectos explicados anteriormente, obligando a que se proponga inaplazablemente una alternativa para disminuir el atascamiento que se produce en este sector de la capital dado el acelerado crecimiento urbanístico hacia la zona sur-este del distrito.

Capítulo II Inventario Vial.

2.1 Introducción

El inventario vial, es el registro de las características técnicas y físicas de la vía, nos permite conocer los componentes del camino y el estado de conservación de los mismos, este tiene la particularidad de ofrecer la visión más integral posible, del tramo de carretera analizado.

Antes de dar inicio a los trabajos de mantenimiento de una carretera, se debe efectuar el inventario detallado del camino. Los datos que son consignados en el inventario permiten, además, conocer la ubicación de los principales componentes y obras que conforman el camino, el estado de los mismos y la necesidad de ciertos trabajos.

El inventario vial debe efectuarse cada dos años para conocer la variación de las condiciones del camino, y debe contener los siguientes componentes: Identificación y ubicación, poblaciones cercanas, tráfico, fecha de ejecución del inventario, el punto de inicio y el punto final del tramo.

2.2 Identificación del tramo en estudio

El tramo de estudio es una de las vías principales de Managua y comprende desde la Intersección Semafórica del mercado Roberto Huembes (0+000) a través de todo el corredor de la Pista de la Solidaridad hasta el Paso Desnivel o Rotonda La Centroamérica (1+603.04), con una longitud de 1,603 metros.

Este tramo se encuentra dividido en 4 carriles, dos en sentido este – oeste y los otros dos en sentido oeste – este, del tramo del hospital del Niño hasta la Intersección Loselza estos carriles están separados por medio de una mediana o boulevard, el resto del tramo se encuentra dividido por las líneas divisoras de carril.

2.3 Descripción del trabajo de campo

Dentro del inventario vial se plasmará: las condiciones físicas de la vía y del mobiliario urbano, también se describe el comportamiento del peatón ante el uso de los puentes peatonales y el conteo de bicicletas en la vía. Las visitas se realizaron en distintas horas del día y en días diferentes, en horas pico y en horas no pico, para obtener datos acertados.

2.4 Clasificación funcional y tipo de superficie

La vía analizada se encuentra en la siguiente clasificación:

Carretera pavimentada. Se encuentran primordialmente en el sistema de carreteras troncales. La superficie de rodamiento está formada por capas de concreto asfáltico (tratamiento superficial bituminoso), concreto hidráulico o adoquines, esta incorpora normas de diseño.

2.5 Derecho de Vía:

El derecho de vía, es la franja de terreno en la cual están alojados todos los elementos que constituyen la infraestructura de las carreteras, autopistas y puentes, asimismo puede alojar obras e instalaciones de carácter diverso.

En nuestro estudio nos damos cuenta que tenemos una invasión de derecho de vía del 80 % por negocios informales, grandes rótulos, vehículos estacionados y que según los Artículos 2 y 4 del decreto N° 46 Ley de “Derecho de Vía” publicado en La Gaceta N°. 223 del 29 de septiembre de 1952, y del “Reglamento del Sistema Vial para el municipio de Managua” se encuentra un derecho de vía de 30,00 m, 15 m en cada sentido a partir del centro de la pista como derecho de vía y un derecho de vía proyectado como pista suburbana de 63,00 metros total.

2.6 Topografía

Se realizó un levantamiento topográfico del tramo en estudio para poder obtener las medidas y características reales y actuales de la vía (Altimetría y Planimetría) y así poder realizar un diseño acertado, así como cálculos de movimientos de tierra y diseños viales de obras civiles.

Este fue realizado con estación total Sokkia con características que incluye la nueva tecnología EDM RED-tech, que asegura una medición rápida de 0.5 segundo. Mantiene una medición de distancia sin prisma de 30 cm a 500m, rayo coaxial EDM y puntero láser para apuntar rápidamente; se obtienen mediciones precisas incluso en superficies reflectantes.

El levantamiento topográfico realizado de este a oeste, iniciando en la intersección semafórica del mercado Roberto Huembes, donde se tomaron niveles que determinaron pendientes en el tramo desde -0.20 % hasta 2.77 % lo que indica que el terreno presenta pendientes suaves, y también se determinaron las curvas de nivel comenzado en la estación 0 + 000 con una elevación 141.36 m hasta la estación 1+603.04 con una elevación 177.11 m.

2.7 Uso de suelo

El uso de suelo en el tramo de muestra es comercial y urbanístico, las viviendas se han rediseñado en forma de negocio a lo largo de todo el trayecto. Existen farmacias, restaurantes, talleres de costura, comiderías, ventas de ropa usada, talleres en general, ventas de cocinas, camas, lavaderos, ferreterías, librerías, hospitales, gasolineras, hoteles, cyber cafés, casinos, en fin es un entorno comercial y en crecimiento de manera que en unos años se apropiaran del boulevard y el derecho de vía estará ocupado completamente por comerciantes, si las autoridades competentes no intervienen.

Es lamentable el mal uso del espacio por la invasión de vehículos, basura, comerciantes y negocios en general; es posible que el mercado Roberto Huembés se extienda sobre todo el tramo.

El tramo presenta varias actividades que se desarrollan a lo largo de la vía entre ellas están:

Uso comercial: En su trayecto se encuentra el mercado Roberto Huembés y el centro comercial Managua, además de otros negocios pequeños.

Uso urbanístico: En los alrededores se encuentran varias zonas residenciales incluyendo la colonia Centroamérica, Planes de Altamira N2, Altamira D'este, Bosques de Altamira, Barrio Pantasma, Barrio Grenada, Barrio José Santos López, entre otros.

A través de todo el tramo se observa la presencia de vendedores apropiándose de los espacios, en aceras o andenes destinados para uso de ciclistas o peatones y las paradas de buses se encuentran saturadas por comerciantes.



Imagen 2. Parada de la estación V de la policía Nacional.

Negocios improvisados, invaden los espacios peatonales. En las aceras se aprecian rótulos móviles y en todo el trayecto se utiliza como parqueo para los clientes de los negocios.



Imagen 3. Negocio bloqueando área peatonal. (Acera frente al Gallo más Gallo del mercado Roberto Huembes)

En las aceras se aprecia que no hay un espacio seguro para el peatón, porque están obstruidas por postes de alumbrado público, rótulos y vendedores.



Imagen 4. Bahía obstruida por vendedores (Bahía de bus del 1, 2, 3 en el sector sur del Mercado Roberto Huembes)

No hay señalización peatonal, ni espacio para circulación de ciclistas. Llegando a los semáforos del Centro Comercial Managua se interrumpe el tránsito peatonal porque hay un tragante pluvial que no tiene la debida señalización y además está descubierto, tampoco existe semáforo peatonal ni línea que permita identificar al peatón por donde cruzar la calle, la misma situación se presenta en los semáforos de Hospital Central Managua, donde se encuentra una gasolinera donde no se contempla el cruce de peatones ni la cercanía de un centro de asistencia médica.



Imagen 5. Circulación peatonal sin señalización (Intersección de los semáforos del Centro Comercial Managua)

Al llegar a los semáforos del Hospital del Niño existe un cauce pero el área peatonal está invadida de basura y residuos de agua.



Imagen 6. Circulación peatonal obstruida por basura. (Acera semáforos del Hospital del Niño).

En todo el trayecto se aprecia la acera en mal estado además en la actualidad este espacio ha sido invadido por comerciantes en busca de un sustento. Las áreas que aún no están ocupadas están deterioradas lo que puede ocasionar que al momento de transitar un peatón sufra un accidente si no tiene la debida precaución, cabe mencionar que no hay condiciones para peatones con capacidades diferentes.



Imagen 7. Circulación peatonal obstruida comercios. (Acera frente al Gallo más Gallo del mercado Roberto Huembes)

A continuación se muestra un cuadro resumen con el uso de suelo urbanístico y la clasificación de los tipos de negocios encontrados en el tramo en estudio:

Nº	Uso de suelo urbano y clasificación de comercios presentes	Cantidad	Porcentaje
1	Autolotes	1	0.43%
2	Bares	5	2.15%
3	Billares	1	0.43%
4	Cafetines	5	2.15%
5	Casa de empleo	1	0.43%
6	Casas de empeño y préstamos.	7	3.00%
7	Casas de habitación	12	5.15%
8	Casinos	2	0.86%
9	Centro de capacitación tecnológico	1	0.43%
10	Centro de reciclaje	1	0.43%

11	Centros de reparación y distribución de celulares.	5	2.15%
12	Cerrajerías	2	0.86%
13	Cine	1	0.43%
14	Clínica Veterinaria	1	0.43%
15	Consultorios clínicos privados	6	2.58%
16	Cyber Cafés	5	2.15%
17	Envío y recepción de remesas	1	0.43%
18	Estación V de la policía Nacional	1	0.43%
19	Estudios de Fotografía	2	0.86%
20	Fabricación de rótulos	3	1.29%
21	Farmacias	13	5.58%
22	Gasolineras	3	1.29%
23	Gimnasio	1	0.43%
24	Hospitales	2	0.86%
25	Hoteles	3	1.29%
26	Iglesias	1	0.43%
27	Instituciones del estado	2	0.86%
28	Panadería	1	0.43%
29	Restaurantes	5	2.15%
30	Salones de belleza	4	1.72%
31	Servicios de Fotocopias	7	3.00%
32	Servicios de mantenimiento para el hogar	6	2.58%
33	Supermercado	1	0.43%
34	Taller de Electrónica	3	1.29%
35	Taller de tatuajes	1	0.43%
36	Talleres de Carpintería	4	1.72%
37	Talleres de costura	8	3.43%
38	Talleres de mecánica automotriz	5	2.15%
39	Tienda de artículos para el hogar	18	7.73%
40	Tienda de conveniencia	4	1.72%
41	Tienda de materiales de construcción	20	8.58%
42	Tienda de mobiliario para oficinas	1	0.43%
43	Tienda de repuestos para autos	3	1.29%
44	Tienda de ropa	7	3.00%
45	Vendedores ambulantes	44	18.88%
46	Venta y reparación de computadoras	1	0.43%
47	Vulcanización	2	0.86%
TOTAL		233	100.00%

Existe un total de 233 negocios a lo largo del tramo, los que más se destacan son los vendedores ambulantes con el 18.88% seguido las tiendas de materiales de construcción con 8.58% y las tiendas de artículos para el hogar con un 7.73%

Tabla 1. Uso de suelo urbanístico y clasificación de comercios presentes en el tramo pasó desnivel colonia Centroamérica-Mercado Roberto Huembés.

2.8 Carpeta de rodamiento e infraestructura vial.

El tramo rotonda Centro America- Semaforos del Hospital del Niño, tiene una longitud de 1,603 metros lineales (1.6 Km), con un ancho promedio de 18 metros, de los cuales el tramos Rotonda Centro America – Rotonda Entrada Hospital Managua de 500 metros tiene carpeta de rodamiento asfáltica en buen estado y el tramo del Hospital Central de Managua a los semaforos del Hospital del Niño, carpeta de rodamiento de adoquin, en mal estado, presentando undiminetos en diferentes areas.



Imagen 8. Tramo con carpeta de rodamiento asfáltica. (Vista aérea bahía de buses frente al registro público de la propiedad).



Imagen 9. Carpeta de rodamiento de adoquín. (Intersección semáforos mercado Roberto Huembes)

2.9 Inventario peatonal

2.9.1 Puentes peatonales

Tres puentes peatonales se encontraron en el tramo en estudio, uno en buen estado y a dos les hace falta mantenimiento, el primero ubicado sobre la rotonda de la Centro América, en el paso a desnivel exactamente, otro ubicado frente a las oficinas del Registro Público de la Propiedad, puente aéreo que cruza de forma transversal la vía, cubriendo un ancho de 22 metros y un tercer puente que está ubicado de forma paralela al andén ubicado donde fue el restaurante El Quetzal, ubicado al mismo nivel de la acera.



Imagen 10. Paso peatonal de la Rotonda Centroamérica



Imagen 11. Puente aéreo peatonal frente a las oficinas del Registro Público de la Propiedad.



Imagen 12. Puente peatonal transversal, ubicado del paso a desnivel de la rotonda Centroamérica 100 metros al este.

En el levantamiento se realizó un conteo peatonal en el puente aéreo peatonal ubicado en el Registro Público de la Propiedad, en el cual se realizó un conteo de cuantas personas cruzaban en el puente y cuántas personas no lo utilizan, el día lunes 28.05.13 del presente en las siguientes horas:

Hora:	Cruzando el Puente	Cruzando la calle
7:45 - 8:00 am	30	15
12:00 – 12:30	25	27
Total	55	42

Tabla 2. Conteo peatonal en el puente aéreo frente al Registro Público de la Propiedad Además se realizó otro conteo peatonal en el paso peatonal de la Rotonda Centroamérica, donde se realizaron los siguientes conteos.

Hora:	Cruzando los pasos
7:45 - 8:00 am	15
12:00 – 12:30	12
Total	27

Tabla 3.conteo en el paso peatonal de la Rotonda Centroamérica

2.9.2 Andenes o aceras

En el tramo desde la intersección de la entrada al centro comercial Managua al semáforo del Roberto Huembes, en la bandasur en dirección oeste – este, no existe andén peatonal en una longitud de 200 metros. En el tramo desde la rotonda de la Centroamérica al semáforo del mercado Roberto Huembes, hay en la banda norte en dirección oeste -este, 1600 metros de aceras y en la banda derecha 1400 metros lineales, para totalizar 3000 metros, de los cuales el 80 % se encuentra en mal estado.

2.10 Iluminación

Hay un total de 39 luminarias públicas entre la rotonda de la Centro América y Los Semaforos del mercado Roberto Huembes, todas están en buen estado. Además se observó que del tramo del paso a desnivel hasta la Intersección del Centro Comercial Managua hay alumbrado público, sin embargo hay luminarias ubicadas en la mediana del centro, sobre el Bulevar con grandes árboles por debajo lo que hace un tramo bastante oscuro.



Imagen 13. Luminaria frente a gasolinera Petronic La Centroamérica.

Desde el Centro Comercial Managua hasta llegar al Mercado Roberto Huembés no se cuenta con luminarias en las bandas. Se observó el peligro que estas provocan a través de líneas de alta tensión ubicadas en toda la vía, sobre todo en el espacio donde están ubicadas viviendas al lado del Hospital Manolo Morales.

2.11 Arborización

Hay 129 Árboles en el tramo de la rotonda de la Centroamérica a los semáforos del hospital del niño de los cuales 17 son grandes, 08 medianos y 104 árboles pequeños sin superar 30 cm de diámetro de grosor, existiendo menor arborización en el tramo de la rotonda de la Centroamérica a la rotonda del Hospital Managua, con 25 árboles, en una longitud de 500 m.



Imagen 14. Árbol en intersección semáforos del Mercado Roberto Huembés.

2.12 Señalización

Las señales de tránsito son los dispositivos de tránsito que sirven para regular la circulación del parque vehicular a través de símbolos y señales convencionales. Las señales ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda y segura; las señales prohíben, obligan y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna.

Por su posición pueden ser horizontales o verticales, estas tienen el propósito de informar o prevenir al usuario de la vía las diversas circunstancias que se encuentran a través de ella.

2.12.1 Señales verticales

Hay 8 señales para peatones, 3 señales de velocidad, 5 semáforos, 8 señales de parada de autobús, 22 señales de alto, y ceda el paso, 7 señales que indican dirección del flujo vehicular y un área que delimita señal límite de circulación instalada en el sector del hospital Manolo Morales Peralta.



Imagen 15. Semáforo en intersección del mercado Roberto Huembes.

2.12.2 Señales Horizontales

Todo el tramo está señalizado con líneas amarillas continuas y líneas blancas continuas y discontinuas. En el tramo de 500 metros lineales de la rotonda de la Centro América a la rotonda del hospital Central de Managua, no hay mediana, mientras que en el tramo de la rotonda del hospital Central Managua – al semáforo del hospital del niño si hay mediana, variable de 3 a 5 m de ancho, que separa la circulación de los vehículos que van en sentido de Este a Oeste de los que van de Oeste a Este.



Imagen 16. Paso peatonal tipo Cebra frente al Instituto Nacional Técnico Agropecuario (INTA)

2.13 Puntos de conteo:



Imagen 17. Ruta de muestreo y punto de conteo vehicular.

(Se explicará en capítulo 3 “Estudio de Tráfico”).

2.14 Paradas de Buses:



Imagen18. Paradas de Autobuses encontradas en el tramo.

Las estaciones de autobuses (paradas de buses) deben dimensionarse cuidadosamente, en las calles principales o con mucho tráfico se ha de ensanchar la calzada en las paradas.

Durante el levantamiento se contabilizaron 8 paradas de buses en ambas bandas, sin embargo ninguna de ellas cumple con las normativas.

De las 8 en total:

- 4 de ellas no cuentan con bahías de buses, ocasionando que los buses se estacionen a la par de la acera, obstaculizando las vías lo que puede provocar accidentes de tránsito.
- 7 de ellas no cuentan con casetas, teniendo los ciudadanos que esperar en algunos de los casos debajo de los árboles para cubrirse del sol o de la lluvia, destacando que ninguna cuenta con bancas.
- Solamente 2 de ellas cuentan con señalamiento de paradas de buses, las demás no cuentan con el señalamiento apropiado que indique la parada de bus ni tampoco cuentan con paneles informativos que indiquen el origen y destino de cada ruta que pasa por la parada.
- Todas las paradas de buses se encuentran invadidas por el comercio informal.
- Existen bahías para buses pero ocasionalmente los conductores no hacen uso de ellas retrasando aún más la circulación de los vehículos.



Imagen 19. Bahía de bus del 1, 2, 3 en el sector sur del Mercado Roberto Huembes.



Imagen 20. Parada de bus contiguo al Registro público de la propiedad



Imagen 21. Parada de bus frente a estación V de la Policía Nacional

2.15 conteos peatonales en paradas de Buses

Se realizaron conteos de pasajeros, esperando las rutas en las paradas de buses el día lunes 27 de agosto de 2014, en horas de 8 am y 12 pm.



Imagen 22. Pasajeros esperando el transporte público en la parada del Hospital Manolo Morales.

PARADA	PERSONAS (APROX)	PROMEDIO
1. Bahía Mercado Huembés. (BN)	45	26 Personas por Parada de Bus.
2. Mercado Huembés. (BS)	35	
3. Hospital Manolo (BN)	20	
4. Hospital Manolo (BS)	12	
5. Bahía Policía D-V(BN)	30	
6. Bahía Policía D-V (BS)	18	
7. Bahía Quetzal(BS)	15	
8. Bahía Registro (BN)	30	
Total	205	

*BN: Bahía Norte
BS: Bahía Sur.

Tabla 4. Conteo de pasajeros esperando transporte público en las paradas:

2.16 Otras situaciones encontradas en el tramo de estudio.

2.16.1 Cauces:

En todo el tramo se encontraron tres cauces ubicados en:

1. Próximo a la Intersección del Hospital del Niño.
2. Costado Este del Hospital Manolo Morales.
3. Frente a la Gasolinera Petronic en Intersección Registro de la Propiedad.

De estos cauces el primero presenta situación de peligro ya que en caso de que un vehículo pierda el control, éste no cuenta con ningún dispositivo de protección como son las barreras. En los otros dos cauces se observó que cuentan con uno con barrera y otro posee un paso peatonal con barandas.



Imagen 23.Cauce Intersección Hospital del Niño.



Imagen 24.Cauce Frente a Gasolinera Petronic.

2.16.2 Semáforos:

En el tramo de estudio se encontraron 5 intersecciones semafóricas que tenían una buena disposición, solamente se observó los postes manchados y algunos semáforos que están obstaculizados por mantas publicitarias:

1. Semáforos del Hospital del Niño.
2. Semáforos La Fuente
3. Semáforos Centro Comercial Managua.
4. Semáforos Loselza
5. Semáforos Farmacia Xolotlán en Colonia Centroamérica

2.16.3 Gasolineras:

Se observaron 3 Gasolineras:

Gasolinera Puma (Centro Comercial Managua)

Gasolinera Petronic (intersección loselza) ubicación incompatible con hospital.

Gasolinera Petronic (Esquina opuesta al Registro de la Propiedad)

En todas se observó problemas de accesibilidad en algunas de ellas y en otras es la salida debido a la fuerte afluencia vehicular en todo el tramo, donde incluso se han registrados accidentes de tránsito.



Imagen 25. Gasolinera Petronic
Centro Comercial Managua.

Capítulo III Estudios geotécnicos.

3.1 Introducción

Se requiere realizar los Estudios correspondientes para el Diseño vial que contempla entre otras cosas, los Estudios Geotécnicos y el Diseño que definan los espesores de la carpeta de rodamiento, con la finalidad de obtener un eficiente funcionamiento de los mismos bajo un costo razonable de construcción, tomando en cuenta a su vez, las posibles alternativas de aplicaciones mecánicas con el suelo existente.

Por las razones antes mencionadas, se ha desarrollado el presente estudio conteniendo los resultados, diseño de carpeta de rodamiento y las conclusiones de los Estudios Geotécnicos necesarios para el proyecto en mención.

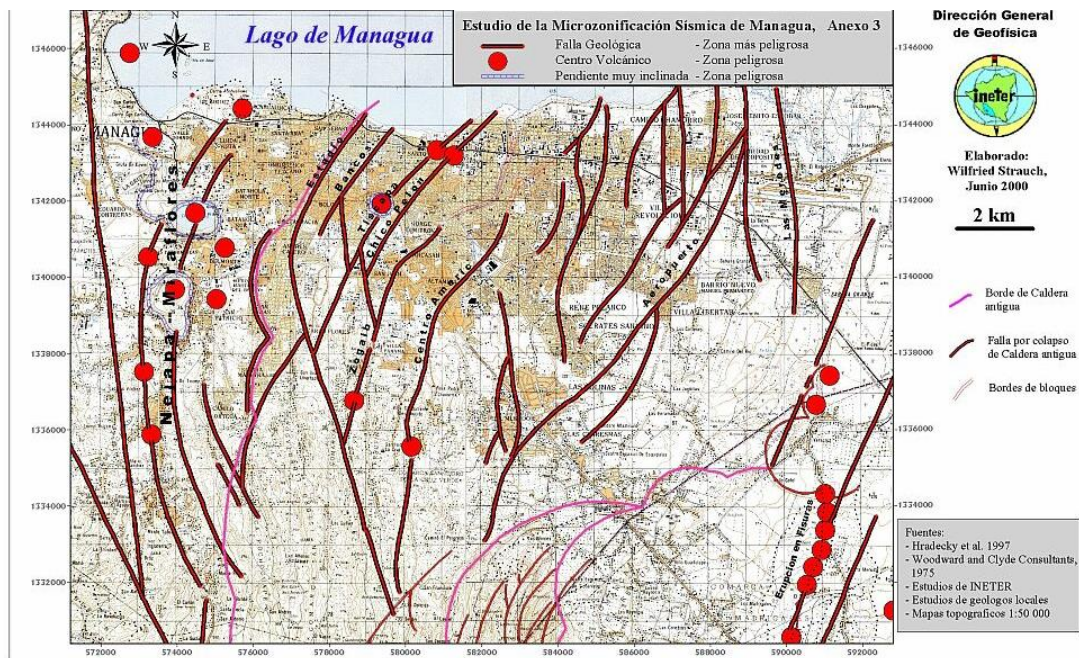


Imagen 26. Fallas Geológicas de Managua (Fuente INETER).

Dos fallas geológicas pasan cerca de la rotonda Centroamérica, donde se construyó el paso a desnivel, según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Por esa razón fue que la alcaldía decidió cambiar de planes y hacer un paso a desnivel subterráneo en vez de aéreo. Ambas fallas tienen dirección de oeste a este y están inactivas.

Una pasa por camino de oriente y la otra por el edificio del Centro Financiero Lafise. Una está a 60 metros de la rotonda y la otra a 150 metros. Según los estudios geológicos que se hicieron en 1998, perfectamente se puede construir cualquier edificio.

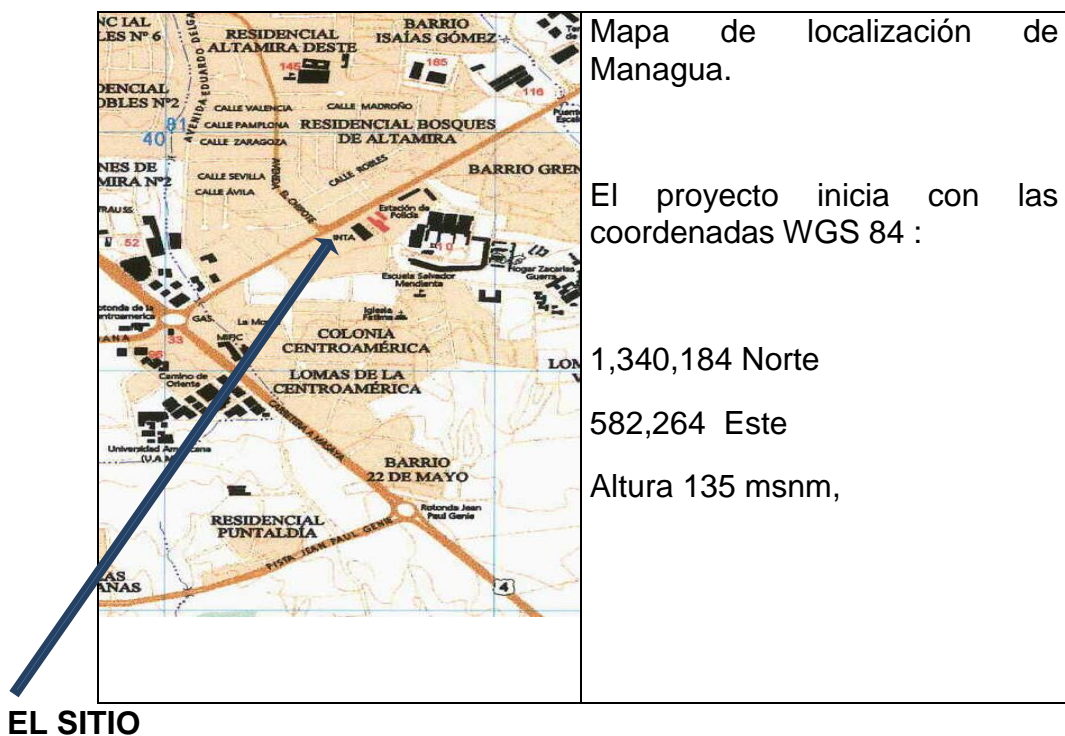
Lo que constato que por debajo de la obra no existen fallas lo que se encontró fue un suelo muy inestable, demasiado arenoso, que obligó a replantear el diseño de las paredes.



Imagen26. Fallas Geológicas en el tramo. (Falla de la Centroamérica, fuente INETER)

3.2 Localización

El proyecto en cuestión, se encuentran localizado al Suroeste de la ciudad de Managua, con un tramo en estudio de 1.6 Km, iniciando desde la intersección semafórica de los semáforos de mercado Roberto Huembés, hasta el paso a desnivel de la rotonda Centro América.



EL SITIO

Imagen 27. Mapa de localización.

3.3 Características generales del acceso vial existente

Se realizaron sondeos en el tramo de estudio con la empresa Geonic, en las muestras de los sondeos realizados se apreciaron, que existen suelos superficiales conformados con materiales arenoso arcilloso y en algunos casos limos orgánicos, clasificados en el grupo A-4, con comportamientos de baja plasticidad y de consistencias medias. Así mismo, de acuerdo con las características del lugar se observaron que entre los 0.30 mts y los 1.10 mts de profundidad, se encuentra un estrato compacto tipo “cantera”, de alta resistencia a la penetración, que una vez diseminadas sus partículas se clasifican como gravas arcillosas en el grupo A-1-a (0) y a-1-b (0).

En esta parte de Nicaragua predominantemente plana se registra precipitaciones entre los 1100 mm por año. Las pendientes existentes en la vía se encuentran entre los 5.0% y 12.0%.

El derecho de vía tiene un ancho promedio de 18 metros. De acuerdo con la inspección de la geometría horizontal se encuentra aparentemente uniforme solo con algunos desgastes en la parte inicial del tramo.

3.4 Trabajos de Campo y Laboratorio

Los ensayos de laboratorio se ejecutaron de acuerdo a las siguientes normas mostradas en la Tabla.

No.	Tipo de Ensaye	Cantidad de ensayos	Norma
1	Granulometría	11	ASTM D-422
2	Humedades	11	ASTM D-2216
3	Límites Líquido	11	ASTM D-423
3.1	Límite Plástico e Índice de Plasticidad	11	ASTM D-424
4	Clasificación	11	H.R.B.
5	CBR	6	AASHTO T-180 y T-99

Tabla 5. Ensayes de laboratorio (Laboratorio Geonic S.A.)

En total se ejecutaron 5 sondeos. Es preciso señalar que a cada muestra de CBR reflejada en la tabla le corresponden ensayos con diferentes porcentajes de compactación (90%,95%,100%), de acuerdo al procedimiento de laboratorio recomendado.

3.5 Sondeos manuales

El trabajo de campo consistió en tomas de muestras de sondeos manuales (5) distribuidos cada 200 m aproximadamente de la cual se obtuvieron un total de 10 muestras alteradas a las cuales se les practicaron los respectivos ensayos de laboratorio. La profundidad de cada sondeo fue de 1.20 metro, suficiente para obtener muestras de los componentes y estratigrafía del camino.

Todas las muestras alteradas obtenidas de los sondeos manuales además de la caracterización visual y manual, se clasificaron, rotularon y trasladaron al laboratorio para su posterior evaluación y ensayo de acuerdo a los procedimientos y normas establecidas.

3.6 Fuente de Materiales y Pruebas de CBR

Con el objetivo de hacer una caracterización completa de los componentes estructurales de las capas de la vía, se procedió a obtener y realizar muestras para CBR de la siguiente manera

En total se prepararon 3 grupos de muestras para ser ejecutados los ensayos de CBR. Se compactaron las muestras con la energía aplicada para las capas superficiales de acuerdo a la norma AASHTO T-180. Es necesario mencionar que los grados de compactación están referidos a la Densidad Máxima de los suelos de cada grupo, esto implicó realizar los respectivos ensayos de Proctor Estándar y Modificado.

3.7 Diseño de Espesores provistos por el laboratorio

Consideraciones del Diseño en las calles

Método de Diseño:	AASHTO.
Tipo de Tránsito:	250 – 350 veh/ día
Carga Máxima por rueda:	5 Toneladas.
Intensidad de lluvia anual:	entre 1000 mm y 2000 mm / año.
Incremento por efecto de Pluviosidad (B):	10%

En los siguientes esquemas se muestran los espesores mínimos requeridos de acuerdo a las cualidades mecánicas de los suelos y las condiciones a que la calle estará expuesta en los próximos 10 a 20 años:

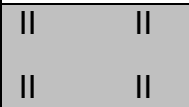

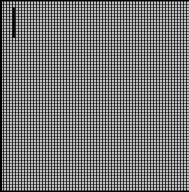
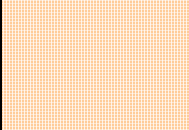
Espesor	Simbología	Componente	Descripción
10 cm		Adoquín	Tipo Tráfico de 3500 Psi
5 cm		Arena	Motastepe / Nandaime
24 cm		Base	Material de banco A-1-b (0) compactado al 100 % Proctor Modificado.
15 cm		Terracería mejorada	Material local A-4 (0), conformar, escarificar y compactar al 95% Proctor Estándar.

Imagen 28. Espesores mínimos requeridos de acuerdo a las cualidades mecánicas de los suelos. (Laboratorio Geonic S.A.)

3.8 Conclusiones

De las muestras tomadas a lo largo de la vía se concluyen que predominan suelos arenosos arcillosos del grupo A-4 y subyacente de este un estrato de suelos tipo cantera de alta resistencia a la penetración.

Ahora bien, para efectos de cálculos y diseño de espesores de pavimento se utilizó el material de banco clasificado como A-1-b (0) cual compondrá la base de la estructura de pavimento.

En ese sentido y de acuerdo con el sano procedimiento de la construcción se espera que en el desarrollo de los trabajos, una vez lograda la conformación al nivel de subrasante, al menos se escarifique el material local en un espesor de 15 cms y éste se compacte este al 95% de Proctor Estándar para conformar la terracería mejorada. Posterior a esto, se agregará material del banco para conformar la base de la estructura de rodamiento siendo esta de espesor de 24 cms compactada al 100% Proctor Estándar.

3.9 Recomendaciones

3.9.1 Aspecto de drenaje

Como aspecto importante se señala lo siguiente: se deberá mantener un buen sistema de drenaje longitudinal en la vía y no permitir estancamientos de aguas que saturen los suelos.

En este sentido, la sección deberá mantener un bombeo transversal de al menos 3.0% y la construcción de cunetas laterales que es donde debería escurrir las aguas pluviales deberá mantener al menos una pendiente de 0.50%.

3.9.2 Aspecto constructivo

Se deberá vigilar que el procedimiento de escarificado y compactación cumpla con las normas NIC 2000.

Así mismo, se deberá vigilarse que el material proveniente del banco no sea contaminado con otro tipo de suelo que no sea A-1-b (0).

Todo material que se ocupará en relleno, se deberá colocar en capas no mayores de 15 centímetros y compactadas como se menciona anteriormente hasta alcanzar los espesores recomendados para la base y sub base.

Por cualquier circunstancia que se presentase sobre la calidad del tipo de suelo del material de relleno ya sea por mezclas o contaminación con otro tipo de suelo plástico, partículas con sobre tamaño excesivo u otra razón en que se advierta incertidumbre sobre las cualidades y calidad del mismo éste deberá evaluado por un laboratorio para su aprobación.

Si se desea trabajar con adoquín, antes de la colocación de la capa de arena y el adoquín deberá primero ser retirando todo material de origen orgánico o partículas mayores de 2 pulgadas. Una vez finalizado los rellenos, se procederá a colocar una capa de 5 centímetros de arena (Motastepe o Nandaime) para que finalmente se coloquen los adoquines.

La capa de arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser lavada, dura angular y uniforme y deberá no contener más del 4% de limo o arcilla en peso. La granulometría deberá ser tal que pase totalmente por el tamiz N° 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz N° 10. La capa no deberá ser mayor de 5 cm ni menor de 3 cm.

Si la pendiente longitudinal de la vía excede el 15% se deberán colocar vigas transversales de sección (0.15x 0.40) a cada 12 mts.

Las unidades de adoquín deberán tener Tipo Tráfico, no tener fisuras en la superficie ni cavidades y su resistencia a la compresión deberá ser mayor de 350 Kg/cm².

3.9.3 Aspecto de mantenimiento

Conservar una cuadrilla de mantenimiento preventivo que se encargue de restaurar las deficiencias que se puedan presentar en la construcción y preserven la geometría transversal de la vía.

Se deberá reponer la arena que por alguna circunstancia se pierde o se contamina con otros suelos por sedimentación. Este mantenimiento deberá hacerse regularmente cada 6 meses.

Se deberá vigilar las sobrecargas en vehículos pesados. Los tipos de vehículos con su respectiva carga que circulen en la vía deberán ajustarse a las normativas de transporte reguladas por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Capítulo IV Estudio de tráfico

4.1 Introducción

El presente estudio de tráfico forma parte de los estudios que se realizan en esta monografía, este tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se desplazan por el tramo en estudio, su objetivo principal es el de determinar la demanda vehicular esperada para la vía teniendo en cuenta las características actuales de ella.

La determinación del tráfico es de vital importancia para poder realizar actividades como la del cálculo y diseño adecuado, la estructura de pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios que se obtienen generan ahorros en costos de operación vehicular.

Dada la complejidad del transporte urbano, debido más que nada a las muchas variables que influyen, se requiere cada vez en mayor grado, la utilización de métodos y técnicas de conteo más científicas, con el objeto de cuantificar el mayor número posible de variables que tengan injerencia en el Transporte.

Existe una gran gama de procedimientos, los cuales nos pueden aportar las informaciones requeridas, en la búsqueda de soluciones a los múltiples problemas que aquejan a las urbes en el campo del Transporte.

Uno de estos procedimientos para la obtención de datos es la técnica de la medición de volúmenes, que puede ser mediante contadores mecánicos o manuales.

Hemos realizado un conteo estadístico de los vehículos que circulan en el tramo en estudio que comprende desde los semáforos del Mercado Roberto Huembés hasta la rotonda – paso a desnivel de la Colonia Centroamérica, en la ciudad de Managua. Específicamente frente al ***Registro Público de la propiedad inmueble y mercantil de Managua***.

La toma de datos la realizamos el día 07 de Julio de 2014 en el intervalo de tiempo desde las 06:30 am hasta las 06:30pm, anotando los datos en periodos de 15 minutos, las horas que estuvimos son denominadas horas pico ya que es el tiempo en que el flujo de autos es prácticamente el máximo ya que las personas generalmente van al trabajo y los jóvenes y niños a clases, es el momento ideal para encontrar datos sustanciales para hacer los estudios pertinentes para la ingeniería de tránsito, estudios como seguridad vial, mejoras en obras horizontales, creación de nuevas vías , etc.

Cabe señalar que el estudio fue realizado en ambos sentidos de circulación encontrados en la vía, siendo estos de oeste a este (sentido 1) y viceversa (sentido 2).

4.2 Objetivos

Un estudio de volumen nos va a definir el número de vehículos que pasa por un punto determinado en un cierto intervalo de tiempo, los datos así obtenidos sirven para:

- Evaluar las condiciones actuales de una carretera.
- Diseños geométricos.
- Determinar eficiencia en la capacidad.
- Establecer programas de operaciones (dónde se colocarán semáforos, señales, etc.)
- Establecer variaciones horarias diarias y mensuales.
- Calcular estadísticas de los accidentes.

4.3 Clasificación del tramo en estudio

El tramo en estudio es una colectora principal debido a que comunican una o más cabeceras municipales con población superior a los 10,000 habitantes, a la red nacional, podríamos mencionar Managua con Masaya Granada por ejemplo; además comunican centros poblaciones no atendidos por la red troncal. Reciben tratamiento profesional en las intersecciones con respecto a los movimientos de tráfico sobre rutas de menor orden; Interceptan en cada uno de sus extremos un sistema vial, funcionalmente de igual o superior categoría; el flujo de tráfico es mayor a 250 veh/día, posee un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 m. a cada lado del eje o línea media de la misma y posee rótulos de información gubernamental.

4.4 Hoja de campo

El Formato de conteo volumétrico de tráfico utilizado en nuestro trabajo monográfico es el recomendado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en el “**Manual para revisión estudios de tránsito**”.*

* Tabla III de anexos.

4.5 Resultados de los conteos volumétricos de transito

4.5.1 Aforo Vehicular

Los estudios sobre los volúmenes de transito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y/o personas, sobre puntos o secciones específicas de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan en relación con el tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable la calidad de servicio que el sistema presta a los usuarios.

El tipo de datos recolectados en un estudio de volúmenes de transito depende mucho de la aplicación que se les vaya a dar a los mismos. Por ejemplo, algunos estudios requieren detalles como la exposición vehicular y los movimientos direccionales, mientras que otros sólo exigen conocer los volúmenes totales. También, en algunos casos es necesario aforar vehículos únicamente durante periodos cortos de una hora o menos, otras veces el periodo puede ser de un día, una semana o un mes e inclusive un año.

El procedimiento usual para obtener información sobre volúmenes de transito es efectuando aforos en las vías.

El aforo es la enumeración de los vehículos que pasa por uno o varios puntos de una vía, o vías clasificándolos de acuerdo con distintos criterios. De acuerdo con el criterio, procedimiento y equipo empleado, podemos distinguir los siguientes aforos.

4.5.2 Aforos Manuales.

Están a cargo de personas, son útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en las intersecciones, los volúmenes por carril individuales y la composición vehicular. Permiten captar muchos detalles que son difíciles de obtener mecánicamente.

4.6 Aplicaciones de los volúmenes de tránsito.

Específicamente, dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen los volúmenes de tránsito, estos se utilizan para:

4.6.1 Los volúmenes del tránsito anual (TA).

- Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas.
- Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
- Calcular índices de accidentes.
- Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras que cobren peaje.

4.6.2 Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD).

- Medir la demanda actual en calles y carreteras.
- Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial.
- Definir el sistema arterial de calles.
- Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vialidades o mejorar las existentes.
- Programar mejoras capitales.

4.7 Trabajos de campo

Las labores de conteo y clasificación vehicular en este tramo se realizaron ininterrumpidamente durante 7 días consecutivos comprendidos entre el lunes 07 y domingo 13 de Julio del 2014 desde las 6:30 am a 6:30 pm.

Para la determinación del tráfico vehicular en la vía se realizó un conteo vehicular con el fin de obtener la información y procesarla de tal manera que se reflejen las condiciones reales de la demanda vehicular y las condiciones propias del tráfico en la zona.

Por aspectos de tráfico se consideró un estación de aforo vehicular ubicada en el paso peatonal frente al Registro público de la propiedad.

4.8 Resultados obtenidos

Habiéndose efectuado en gabinete la consolidación y consistencia de la información recopilada de los conteos se han obtenido los siguientes resultados:

DIA	Moto	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA								EQUIPO PESADO		Otros	Total (vpd)
		Autos	Jeep	Camionetas	Microbus	Minibus	Bus	Liv de Carga	C-2	C-3	Tx-Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C			
<i>lunes, 07 de julio de 2014</i>	2624	6263	1658	2142	496	156	707	365	260	26	5	1	4	0	1	6	76	14790	
<i>martes, 08 de julio de 2014</i>	2619	6288	1693	2108	499	168	698	340	254	30	4	0	5	0	0	5	56	14767	
<i>miércoles, 09 de julio de 2014</i>	2601	6199	1687	2180	485	132	689	362	275	28	5	1	4	0	1	6	45	14700	
<i>jueves, 10 de julio de 2014</i>	2599	6195	1645	2199	489	154	725	382	245	29	5	1	5	0	1	3	59	14736	
<i>viernes, 11 de julio de 2014</i>	2699	6303	1639	2162	539	159	747	368	276	27	3	0	4	0	0	6	58	14990	
<i>sábado, 12 de julio de 2014</i>	2658	6389	1688	2101	525	188	720	380	280	28	2	1	3	0	1	4	76	15044	
<i>domingo, 13 de julio de 2014</i>	2558	6220	1601	2099	405	134	656	331	217	15	3	0	2	0	1	6	20	14268	
Total	18358	43857	11611	14991	3438	1091	4942	2528	1807	183	27	4	27	0	5	36	390		
TPD	2622.57	6265.29	1658.71	2141.57	491.14	155.86	706.00	361.14	258.14	26.14	3.86	0.57	3.86	0.00	0.71	5.14	55.71	14756	

Tabla 6. Datos de conteo vehicular. Sentido 1 (Oeste - Este).

DIA	Moto	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA							EQUIPO PESADO		Otros	Total (vpd)
		Autos	Jeep	Camionetas	Micro bus	Minibus	Bus	Liv de Carga	C-2	C-3	Tx-Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C		
<i>lunes, 07 de julio de 2014</i>	2457	7334	1978	2079	477	203	693	344	187	34	12	11	4	7	5	21	29	15875
<i>martes, 08 de julio de 2014</i>	2432	7320	1926	2084	489	201	681	350	185	32	10	12	3	6	4	20	27	15782
<i>miércoles, 09 de julio de 2014</i>	2429	7335	1967	2102	465	207	695	339	197	30	9	9	4	8	7	17	24	15844
<i>jueves, 10 de julio de 2014</i>	2447	7420	1988	2107	472	204	690	345	187	29	15	15	5	10	8	16	29	15987
<i>viernes, 11 de julio de 2014</i>	2470	7435	2011	2099	498	199	701	367	195	39	14	13	5	8	3	23	34	16114
<i>sábado, 12 de julio de 2014</i>	2549	7340	1999	2080	477	222	721	365	199	42	17	16	6	11	8	26	35	16113
<i>domingo, 13 de julio de 2014</i>	2399	7201	1994	1964	467	180	677	309	163	41	9	9	4	5	6	19	28	15475
Total	17183	51385	13863	14515	3345	1416	4858	2419	1313	247	86	85	31	55	41	142	206	
TPD	2454.71	7340.71	1980.43	2073.57	477.86	202.29	694.00	345.57	187.57	35.29	12.29	12.14	4.43	7.86	5.86	20.29	29.43	15884

Tabla 7. Datos de conteo vehicular. Sentido 2 (Este - Oeste).

4.9 Promedio de la semana

El TPD (Tránsito Promedio Diario) resulta de dividir el total del volumen vehicular aforado entre el número de días en los cuales se realizó el conteo. Para nuestro caso se tiene información de toda una semana completa y el resultado es el que se presentado en la tabla que se mostró anteriormente.

4.10 Relación entre los volúmenes de transito promedio diario, semanal, anual.

El comportamiento de este estudio de transito se caracterizara con un análisis al universo, en este caso el tamaño de la población está en el espacio y por las variables asociadas a este. Con respecto a los volúmenes de tránsito para obtener el Transito Promedio Diario Anual TPDA es necesario un aforo respectivo y el número total de vehículos que pasa durante un periodo de tiempo, una hora, una semana, y si es posible el mes; entonces los cálculos se efectuaran con respecto al aforo realizado el mes de julio. Por tanto el análisis de los volúmenes de tránsito, la media poblacional y transito promedio diario anual TPDA. Se calcula con una base del tránsito promedio diario semanal TPDS.

4.11 Expansión tráfico diario y Trafico semanal

Debido a que los conteos se realizaron durante horas diurnas de 06:30 AM a 06:30 PM es necesario expandir los resultados obtenidos a tráfico día.

El ministerio de Transporte e infraestructura como instancia rectora de vialidad de Nicaragua tiene instaurado en el Sistema de Administración de Pavimentos (PMS) la oficina a cargo de los conteos volumétricos de tránsito y publica de forma regular anualmente los resultados de los conteos de tránsito, incluye con esto los factores de expansión oficiales para el tráfico diurno, trafico semanal y de temporada (Desestacionalización).

Se realizó la revisión de las revistas de los años 2008 y 2011 encontrándose que existe una estación de conteos de transito No 425, cercana al tramo de estudio, esta estación está dentro del sistema de estaciones afectadas por la estación permanente No 400 Esquipulas – Ticuantepe.

Con lo anterior se encontró que en la estación No 425 se tienen conteos de tránsito en años no consecutivos siendo el último realizado en el año 2008, la revista de este año presenta los factores de expansión asociados a ella y por lo tanto serán los que se utilizaran para expandir los datos levantados. En el siguiente cuadro se muestran los datos de la estación.

Camino:	NIC-4	Estación:	425	Tramo:	Primera Ent. a las Colinas - Ent. a la UNICA			Periodo	L	Días:	3	Horas:	12	Mes/Año	Octubre 2008	Km:									
Grupos	Motos	Vehículos de Pasajeros						Vehículos de Carga						Equipo Pesado			Total								
		Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.		Otros							
					<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.											
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19		21							
TP(D)	2632	13928	7553	6487	1371	462	1005	1739	529	146	0	209	0			3	12	36077							
Factor Dia	1.33	1.44	1.39	1.33	1.25	1.22	1.24	1.21	1.20	1.12	1.00	1.30	1.00	2.00		1.33	1.00	1.11							
Factor Semana	0.99	0.99	1.02	0.98	0.93	0.91	0.96	0.87	0.83	0.85	1.07	0.82	1.00	1.00		1.00	1.00	0.98							
Fac. Temporada	1.00	1.01	1.05	1.03	1.03	0.94	0.99	1.06	1.15	1.03	2.99	0.93	1.00	1.75		1.00	1.37	1.71							
TPD Invierno	3465	20072	11283	8684	1643	483	1182	1947	612	142	1	209	0			4	23	49750							
% TPDA	6.96	40.35	22.68	17.45	3.30	0.97	2.38	3.91	1.23	0.29	0.00	0.42	0.00			0.01	0.05	100.00							
% Vehículos Livianos							91.72%							% Vehículos Pesados							8.24%		0.05%		100.00%

Tabla 8. Factores de expansión oficiales para el tráfico diario, tráfico semanal y de temporada.

Fuente: revista de conteos volumétricos de tránsito, año 2008, dirección de administración vial, división general de planificación, ministerio de transporte e infraestructura.

4.12 Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Con los datos anteriores y utilizando los factores de temporada para cada tipo de vehículo se calcula el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), en el cuadro a continuación se presenta el resultado.

Sentido 1 (Oeste - Este)																			
DIA	Moto	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		Otros	Total (vpd)		
		Autos	Jeep	Camionetas	Microbus	Minibus	Bus	Liv de Carga	C-2	C-3	Tx-Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A			V.C	
TPD (6:30 AM – 6:30 PM)	2622.57	6265.29	1658.71	2141.57	491.14	155.86	706.00	361.14	258.14	26.14	3.86	0.57	3.86	0.00	0.71	5.14	55.71	14756	
Factor Diario	1.33	1.44	1.39	1.33	1.25	1.22	1.24	1.21	1.20	1.12	1.00	1.30	1.00	2.00	1.33	1.00	1.11		
TPD	3488.02	9022.01	2305.61	2848.29	613.93	190.15	875.44	436.98	309.77	29.28	3.86	0.74	3.86	0.00	0.95	5.14	61.84	20196	
Factor Temporada	1.00	1.01	1.05	1.03	1.03	0.94	0.99	1.06	1.15	1.03	2.99	0.93	1.00	1.75	1.00	1.37	1.71		
TPDA	3488.02	9112.23	2420.89	2933.74	632.35	178.74	866.69	463.20	356.24	30.16	11.53	0.69	3.86	0.00	0.95	7.05	105.75	20612	
Composicion del tráfico	91.04						8.44											0.51	100
	Promedio de Livianos						Promedio de Pesados											Otros	

Tabla 9. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).Sentido 1 (Oeste a Este)

Sentido 2 (Este - Oeste)																			
DIA	Moto	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA								EQUIPO PESADO		Otros	Total (vpd)
		Autos	Jeep	Camionetas	Microbus	Minibus	Bus	Liv de Carga	C-2	C-3	Tx-Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C			
TPD (6:30 AM – 6:30 PM)	2454.71	7340.71	1980.43	2073.57	477.86	202.29	694.00	345.57	187.57	35.29	12.29	12.14	4.43	7.86	5.86	20.29	29.43	15884	
Factor Diario	1.33	1.44	1.39	1.33	1.25	1.22	1.24	1.21	1.20	1.12	1.00	1.30	1.00	2.00	1.33	1.00	1.11		
TPD	3264.77	10570.63	2752.80	2757.85	597.32	246.79	860.56	418.14	225.09	39.52	12.29	15.79	4.43	15.71	7.79	20.29	32.67	21842	
Factor Temporada	1.00	1.01	1.05	1.03	1.03	0.94	0.99	1.06	1.15	1.03	2.99	0.93	1.00	1.75	1.00	1.37	1.71		
TPDA	3264.77	10676.33	2890.44	2840.59	615.24	231.98	851.95	443.23	258.85	40.71	36.73	14.68	4.43	27.50	7.79	27.79	55.86	22289	
Composicion del tráfico	92.06						7.69										0.25	100	
	Promedio de Livianos						Promedio de Pesados										Otros		

Tabla 10. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).Sentido 2 (Este - Oeste)

4.13 Volumen Horario de Máxima Demanda

Realizando el análisis del conteo por cada sentido. Resultó que para los intervalos de 15 minutos, en el sentido 1, el horario de máxima demanda es de 08:30 AM a 09:30 AM y 01:15 PM a 02:15 PM. El primero con 360 vehículos/hora y por la tarde con 319 vehículos/hora. Para el sentido 2, resulta que para los intervalos de 15 minutos el horario de máxima demanda es de 07:45AM a 08:45AM y 04:30 PM a 05:30 PM El primero con 362 vehículos/hora y por la tarde con 368 vehículos/hora.

SENTIDO 1	PERIODO: 15 MINUTOS	HORA INICIO: 6:30 AM	HORA FINAL: 6: 30 PM
Volumen Tráfico en Hora Pico por la Mañana		VEH/HORA	HORA PICO
		360	8:30 am - 9:30 am
Volumen Tráfico en Hora Pico por la Tarde		319	1:15 pm - 2:15 pm

Tabla 11. Volumen Horario de Máxima Demanda.Sentido 1 (Oeste a Este)

SENTIDO 2	PERIODO: 15 MINUTOS	HORA INICIO: 6:30 AM	HORA FINAL: 6: 30 PM
Volumen Tráfico en Hora Pico por la Mañana		VEH/HORA	HORA PICO
		362	7:45 am - 8:45 am
Volumen Tráfico en Hora Pico por la Tarde		368	4:30 pm - 5:30 pm

Tabla 12. Volumen Horario de Máxima Demanda.Sentido 2 (Este a Oeste)

4.14 Interpretación de los resultados.

A como muestran los resultados, la composición del tráfico, indica que del 100 % de vehículos que circulan en el sentido 1, el 91.04 % del tráfico corresponde a vehículos livianos, y el 8.44 % corresponde a vehículos pesados, destacándose entre los vehículos livianos los automóviles, representando un 44.21% del TPDA y entre los vehículos pesados los Buses representando un 4.20 % del TPDA.

En el sentido 2, la composición del tráfico indica que el 92.06 % del tráfico corresponde a vehículos livianos, y el 7.69 % corresponde a vehículos pesados, destacándose entre los vehículos livianos los automóviles representando un 47.90 % y entre los vehículos pesados los Buses representando un 3.82 % del TPDA.

La relación entre un sentido y otro es casi 1:1, presentado en el Sentido 1, (Oeste a Este), un TPDA de 20,612 vehículos y en el Sentido 2 (Este a Oeste) un TPDA de 22,289 vehículos, esto nos demuestra que no podremos utilizar uno de los carriles en sentido opuesto, debido a que el volumen de tránsito en ambos sentidos es similar.

Dicho lo anterior se propondrá añadir un carril intermedio, utilizando el boulevard existente, para ser utilizado en ambos sentidos, variando el sentido del carril reversible, abriendo 3 carriles para el sentido 1 (Oeste-Este) por la mañana, funcionando desde las 6:00 A.M. a las 2:00 PM, a como nos demuestra Volumen Horario de Máxima Demanda, para el Sentido 2, funcionara con 3 carriles por la tarde desde las 2:00 P.M. hasta las 6:00 A.M, cada transición se realiza en un intervalo de 15 a 30 minutos.

Capítulo V Estudio de accidentalidad

5.1 Accidentalidad:

Los accidentes son la parte más dramática del problema del transporte. Los accidentes nunca podrán ser eliminados completamente, debido (mayoritariamente) a la acción riesgosa, negligente o irresponsable, de un conductor, pasajero o peatón; como también a fallos mecánicos repentinos, errores de transporte de carga y condiciones ambientales desfavorables.

En el tramo de estudio, la Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional registra 1210 accidentes, 9 muertos y 59 lesionados. Los factores que han intervenido en este índice de accidentalidad es la falta de responsabilidad de los conductores.

PUNTOS	2008			2009			2010			2011		
	A	M	L	A	M	L	A	M	L	A	M	L
Semáforos Hospital del Niño	30	0	3	38	0	0	18	1	2	20	0	4
Intersección Hotel Pachelly	0	0	0	12	0	1	7	0	0	3	0	1
Bahía de Buses Mercado Roberto Huembes	9	0	1	7	0	0	7	2	1	6	0	0
Farmacia Conny	12	0	1	10	0	1	7	0	0	8	0	0
Semáforos La Fuente	34	0	2	43	0	1	21	0	0	24	0	1
Intersección Hospital Roberto Calderón (Manolo Morales)	44	0	1	32	0	1	26	2	3	22	0	2
Semáforos Centro Comercial Managua - CCM	33	0	1	33	0	0	28	1	2	37	1	3
Intersección Gasolinera Esso Centro Comercial Managua	20	0	0	22	0	0	14	0	1	10	0	0
Intersección Delegación Policial D-5	18	0	0	16	0	2	22	0	3	10	0	3
Semáforos Loselza	41	0	1	43	0	3	19	1	1	24	0	1
Semáforos Farmacia Xolotlan Centroamerica (donde fue la Far. Vida)	8	0	0	8	0	0	13	0	0	3	0	0
Intersección Registro de la Propiedad	16	0	1	27	0	2	19	0	0	13	0	1
Rotonda Centroamérica	72	0	2	86	1	5	64	0	0	51	0	1
TOTAL	337	0	13	377	1	16	265	7	13	231	1	17

Tabla 13. Accidentes, muertos y lesionados por año.
Fuente: Dirección de seguridad de tránsito nacional, policía nacional.

5.2 Señalización vial:

La señalización vial es esencial para garantizar la seguridad y comodidad de todos los usuarios de la vía.

5.2.1 Señalamiento Vertical:

Durante el levantamiento se encontraron 53 señales, de las cuales 25 son señales reglamentarias, 11 preventivas y 17 es informativa.

Del total se observó que un 80% se encuentra en mal estado, necesitando ya sea un cambio de tablero o limpieza y retoque del mismo.

5.2.2 Señalamiento Horizontal:

En todo el tramo de estudio se encontró líneas discontinuas divisoras de carriles en color blanco y algunas flechas direccionales, sin embargo se observó que de la Rotonda Centroamérica hasta la Intersección del Distrito-V de la Policía, la demarcación horizontal está en regular estado.



Imagen 29. Señales horizontales, líneas discontinuas en el tramo de estudio, ubicadas frente de la rotonda de Lozelsa 100 m al oeste

Del Distrito-V hasta los Semáforos del Hospital del Niño se encuentro la demarcación horizontal está en mal estado, se puede observar que las líneas están borrosas.

Por lo que es importante demarcar todo el tramo ya que la señalización horizontal es un complemento de la vertical y deben cumplir con el propósito para el que fueron diseñadas:

5.3 Seguridad en la zona:

La seguridad ciudadana y las políticas de convivencia son las respuestas de la ciudad previsiva y resiliente.

Uno de los principales riesgos urbanos es el de la violencia y la delincuencia. Sin embargo en nuestra sociedad no solo se experimenta ese riesgo sino que también los siguientes:

- La pobreza urbana con escasez de empleo u ausencia de ingreso digno.
- Ausencia de equipamientos y espacios públicos.

- Problemas de movilidad de las personas e inseguridad de los peatones.
- Carecemos de un sistema de transporte público efectivo.
- Introducción de modos inadecuados de transporte (mototaxi, colectivos en taxi)
- Gran saturación de las vías.
- Accidentes de Tránsito, enfrentándonos así a altos índices de accidentes en las principales vías urbanas y en carreteras.

La Policía Nacional es una de las instituciones del estado que con más frecuencia se relaciona con los miembros de una comunidad. Es por ello que, a partir de esta convicción, la relación con la comunidad a la cual se debe es una materia anclada a los principios policiales.

Por lo que la seguridad es una preocupación central en toda sociedad, en particular en aquellas donde el desarrollo y la modernidad han llegado a ser ejes centrales que guían el cambio social.

La movilidad, para tomar este derecho básico, se encuentra fuertemente ligada a la libertad, la equidad y no puede observarse al margen de la seguridad: todos los individuos, propietarios de bicicleta, motocicleta, carro o simplemente como ciudadanos de a pie, tienen derecho a moverse con seguridad.

La seguridad no es sólo permitir la circulación, es también la creación de condiciones para una efectiva circulación y, lo que es más importante de todo, para que su articulación sistémica lleve a una vida buena.

La seguridad no es solo un problema de conservación de espacios físicos o de su buen mantenimiento, aunque el deterioro de los espacios físicos urbano, acumulación de basuras, irrespeto de las normas de tránsito, invasión del espacio público físico, suciedad y deterioro físico del entorno urbano, son generadores de inseguridad.

5.4 Desarrollo:

La seguridad es un atributo importante del espacio y en el caso del transporte, implica tener en cuenta todos los componentes del sistema en su conjunto: los sitios de espera, la iluminación de los mismos, las características de los trayectos a los puntos de acceso, etc. Desde las políticas urbanas, el diseño de estos aspectos son condicionantes de la percepción de seguridad-inseguridad y vitales para promover u obstaculizar la movilidad de las personas y de las mujeres en particular, las cuales se sienten particularmente expuestas a situaciones de agresión en espacios abyonados y sin control social.

5.5 Accidentes y Seguridad:

Uno de los contaminantes derivados de la movilidad actual son los Accidentes y Seguridad.

En los últimos años, debido al incremento de los accidentes de tránsito, se le ha venido dando seguimiento a esta problemática que en muchos casos enluta trágicamente al pueblo Nicaragüense, y conociendo los principales elementos que participan en los accidentes de tránsito, como son:

- El hombre.
- La vía.
- El vehículo.

Sabemos que si uno de estos tres elementos señalados falla, se tendrá como resultado un accidente de tránsito y sus consecuencias.

En el año 2013, se registró un total de 24,573 accidentes de tránsito a nivel nacional, dejando como resultado 613 fallecidos y 5,165 lesionados. Destacándose como principales causas:

- Giros indebidos.
- Invasión de carril contrario.
- No guardar la distancia
- Mal estado mecánico.
- Desatender señales de tránsito
- Falta de precaución al retroceder.
- Estado de ebriedad.
- Excesos de pasajeros.
- Desatender señales de tránsito
- Caídas de pasajeros.
- Imprudencia peatonal.

Nicaragua cuenta con una red de infraestructura vial con un alto porcentaje en completo deterioro debido a diversos factores; tales como:

- El impacto de la naturaleza, que se refleja con las lluvias que han afectado a todo el territorio nacional.
- La falta de inversión en nuevas carreteras y mantenimiento a las ya existentes.

Según registros de la Dirección de Seguridad de Tránsito (DSTN), año con año los accidentes de tránsito se incrementan, y por ende pérdidas de vidas humanas, en lesionados, y en daños a la economía del país.

Razón por el cual, ante estos datos, y el aumento del parque automotor del país que oscila en 496,461 vehículos, del cual 260,050 pertenecen a Managua, más el crecimiento de altas en más de 20,000 automotores al año. Esto nos trae situaciones difíciles que se reflejan en el congestionamiento de la red vial. Con factores adicionales tales como:

- Señales semafóricas.
- Señales verticales y horizontales.
- Ampliación de red vial.
- Definición de bahías y estacionamientos de parte del MTI y las Alcaldías.
- Falta de ordenamiento y controles al sector transporte (selectivo, colectivo y de carga).
- Reordenamiento del comercio informal ubicados en espacios peatonales (aceras).
- Construcción de nuevas vías.
- Falta de cultura y educación vial.

5.6 Leyes que regulan el tránsito Nacional

Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, y sus Normas Administrativas Complementarias a la Especialidad de Tránsito de la Policía Nacional.

Tiene por objeto, establecer requisitos y procedimientos para normar el régimen de circulación vehicular en todo el territorio nacional, con relación a las Autoridades de Tránsito, los vehículos de transporte en general, el Registro Público de la Propiedad Vehicular, la Educación y Seguridad Vial, la protección del medio ambiente, los seguros obligatorios, así como el otorgamiento y renovación del derecho de matrícula vehicular. También establece otras disposiciones de carácter normativo, dirigidas a fortalecer la protección y seguridad ciudadana, tales como el valor de las infracciones de tránsito, la regulación del tránsito peatonal, vehicular y los semovientes.

5.7 Señalización

Igualmente la Policía Nacional se rige por la Ley 431 y su Normativa. En el capítulo VI, de la señalización y Seguridad Vial en el Artículo 36 establece:

Que la Policía Nacional, a través de la Especialidad de Seguridad Tránsito, definirá el Sistema, señalización y Seguridad Vial que registrará en la red vial del país, previo estudio técnico realizado por Ingeniería de Tránsito en coordinación con el Ministerio de Transporte e Infraestructura, gobiernos locales y demás instituciones competentes en la materia.

5.8 Propuestas de solución

Ante la problemática planteada, que afecta el bien común de los Ciudadanos nicaragüenses y en busca de mayor seguridad, la Institución propone que las Instituciones señaladas unan esfuerzos en recursos humanos, técnicos y materiales en una sola dirección, para atacar este flagelo:

- ♦ Educar a los jóvenes en manejo y seguridad vial en los centros de estudio de todo el país, uniendo esta al pensum académico.
- ♦ Priorizar al sector transporte a que asistan al centro de educación vial (CEV) en la Dirección de Transito Nacional.
- ♦ Hacer un estudio sobre la red vial existente y educar acerca de la modernización de la misma en todo el país.
- ♦ El estado a través de la Policía Nacional deberá ejecutar un sistema de patrullaje para la supervisión y control del transporte selectivo, colectivo y de carga en el tramo.
- ♦ Haciendo uso de los medios de comunicación nacionales y locales para promover y divulgar el uso y cultura vial en la vía.
- ♦ Continuar fortaleciendo los Consejos de Educación y Seguridad Vial en el país donde participen actores principales.
- ♦ Ejecución de operaciones especiales en horas pico o de mayor demanda, que incluya patrullaje en la vía.
- ♦ Continuar Renovando la flota vehicular de Transporte Urbano Colectivo de manera paulatina.
- ♦ Incrementar la presencia de agentes de tránsito, en calles de mayor afluencia vehicular.

5.9 Seguridad.

Para mejorar la seguridad de los espacios urbanos y más aún en el tramo en estudio, es recomendable involucrar a la Policía Nacional, tanto en el control del tráfico como presencia policial en los pasos peatonales propuestos.

5.9.1 Mejorar la seguridad y la protección mediante planeación urbana.

Es importante que en la implementación de esta nueva técnica en el país, la policía nacional brinde en sus charlas y capacitaciones, tanto a los nuevos, como a los expertos conductores.

Deben existir relaciones de trabajo efectivas entre todos los actores clave en el proceso de desarrollo y, en particular, en este contexto, entre los funcionarios de enlace arquitectónico, los planeadores y la policía. Vigilancia natural de los espacios públicos y privados incluyendo los pasos peatonales, las entradas a los desarrollos urbanísticos, los senderos, los espacios de juego, los espacios abiertos y los parqueaderos.

Iluminación del conjunto y, en particular, de las calles y senderos. El diseño y los planos de las rutas peatonales, de bicicletas y vehiculares dentro del sitio, incluyendo cómo se integran con los patrones existentes.

El diseño del paisaje y de las plantas, especialmente para evitar la creación de espacios escondidos y áreas oscuras y recludas.

5.9.2 Reducción de los accidentes

Los diferentes factores contribuyentes pueden ser dirigidos a través de medidas preventivas que puedan eliminarlos o disminuirlos. Las medidas usualmente se dividen en tres grupos principales:

- **Educación:** En forma de campañas a través de los medios de comunicación y capacitación a los usuarios de las carreteras principalmente conductores, niños y niñas estudiantes.
- **Aplicación de leyes:** Comprende leyes de tránsito, legislaciones y presencia policial para aplicar las leyes.
- **Ingeniería:** Comprende el mejoramiento de la carretera, con señales y marcas Viales, rotondas, reductores de velocidad y además la seguridad vial en la Planificación de las zonas urbanas y rurales.

5.9.3 Señales y avisos de tránsito

Las señales de tránsito le dan información sobre el camino, el sistema de carreteras, el flujo del tráfico y los reglamentos y leyes locales; le advierten de peligros, identifican la ruta que toma y controlan la velocidad y el movimiento del tránsito. Estas señales también proveen instrucciones y le informan acerca de sitios de interés, desde las inmensas señales interestatales hasta los pequeños rectángulos azules que le orientan hacia una biblioteca o un hospital.

Cada señal de tránsito posee una forma y colores determinados que anuncian su propósito y significado específico; toda persona debe estar en capacidad de reconocerlas inmediatamente. Aun cuando una señal de parada puede estar dañada o bloqueada por suciedad, ramas o polvo, no hay duda de que su forma hexagonal y color rojo indican que hay que detenerse.

5.10 Formas, colores y tipos de las señales de tránsito

El siguiente cuadro nos muestra los colores estándares internacionales de las señales de tránsito.

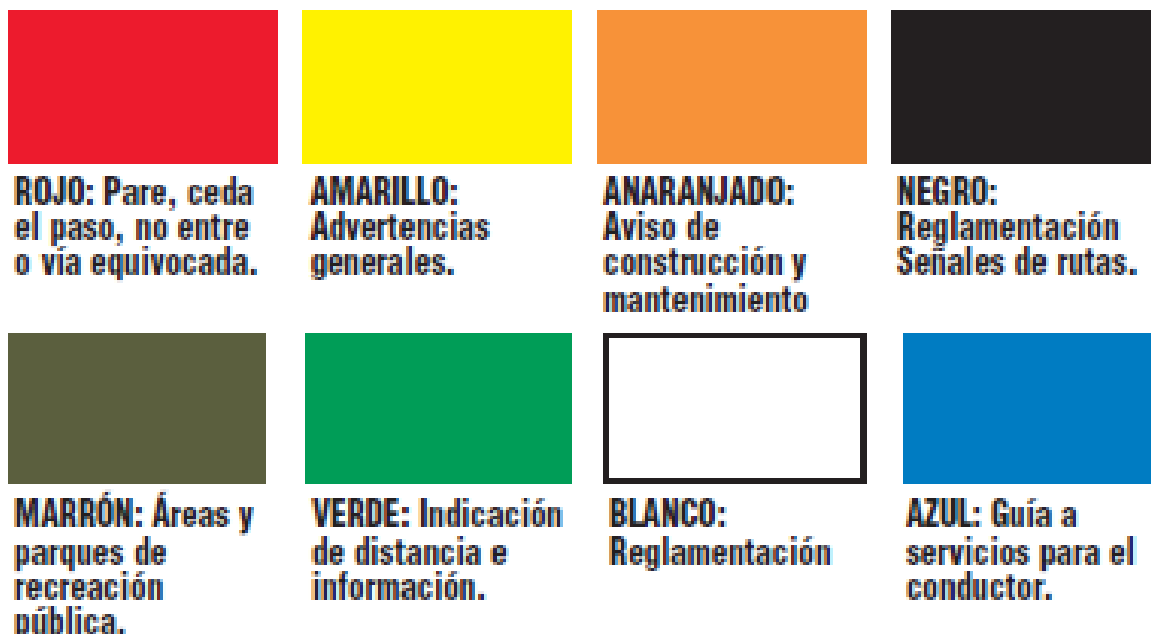


Imagen 30. Formas y colores de las señales de tránsito (Fuente: Manual de dispositivos de control de tráfico MUTCD, por sus siglas en ingles)

Las señales de tránsito se colocan para ayudar e instruir acerca la forma más adecuada y segura para transitar en las carreteras. Las señales se deben obedecer siempre a menos que un agente de policía u otro oficial de tránsito le den otras instrucciones, la forma de cada señal tiene un significado general o específico.

Es importante mencionar que la ley 431 en el Arto 3 (Conceptos Básicos) nos indica que las señales de tránsito: Son los dispositivos de tránsito que sirven para regular la circulación del parque vehicular a través de símbolos y señales convencionales. Las señales ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda y segura; las señales prohíben, obligan, y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna, y se dividen de la siguiente manera:

5.10.1 Señales informativas:

Son aquellas que tienen por objeto identificar las vías y lugares por donde se va circulando, así como guiar a los conductores y peatones de manera correcta y segura. La forma de estas señales debe de ser rectangular, con excepción de las indicaciones de rutas que podrán tener una forma y tamaño especial, según sea el caso.

5.10.2 Señales preventivas:

Son aquellas que tienen por objeto prevenir a los conductores y peatones de la existencia de un peligro inminente en la vía y la naturaleza de ese peligro. Su

forma debe de ser cuadrada y colocada de manera diagonal.

5.10.3 Señales reglamentarias:

Son aquellas que tienen por objeto notificar a los conductores y peatones las limitaciones, prohibiciones y restricciones; cuya violación significa infracciones a la Ley de Tránsito. Su forma es rectangular, a excepción del ALTO y CEDA EL PASO que son octagonales y triangular respectivamente. Tienen leyendas y símbolos que explican su significado. Los colores que distinguen estas señales deben de ser: rojo, blanco y negro.

5.10.4 Semáforo:

Es un dispositivo luminoso que regula los sentidos preferenciales de la circulación vial.

5.10.5 Señales verticales:

Son aquellas que contienen símbolos ubicados en parales y que se encuentran localizados a la orilla de las vías por donde se circula a fin de regular e informar sobre el tránsito.

5.10.6 Señales horizontales:

Son marcas y símbolos pintados en el pavimento, con fines de regulación de tránsito.

Estas señales son utilizadas en el carril en estudio basándose en los criterios viales comunes para calles de su clase. No obstante las señales de los carriles reversibles cuentan con cambios ligeros en su implementación pero siempre respetando las normas de tránsito ya establecidas.

La siguiente imagen nos muestra las señales verticales estándares con las formas reglamentarias:



Imagen 31. Señales verticales estándares con las formas reglamentarias (Fuente: Manual de dispositivos de control de tráfico MUTCD, por sus siglas en inglés)

5.11 Dispositivos de control de flujo en carriles reversibles.

Las barricadas, paneles verticales, barreras de concreto, tambores y conos son los dispositivos más comunes que se utilizan para guiar a los conductores a través de zonas de construcción o zonas de carriles especiales.



Imagen 32. Dispositivos de control de flujo para carriles especiales. (Fuente: Manual de dispositivos de control de tráfico MUTCD, por sus siglas en inglés)

5.12 Mensajes electrónicos o señales con flecha.

Son dispositivos móviles que se utilizan a menudo en algunas carreteras para advertir por anticipado la presencia de zonas de construcción, instrucciones de tránsito especiales, cierres de carreteras o, en algunas ocasiones, peligros climáticos.

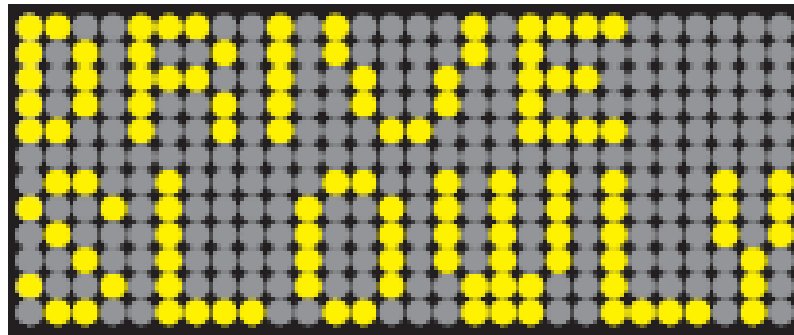


Imagen 33. Paneles con mensajes electrónicos. (Fuente: Manual de dispositivos de control de tráfico MUTCD, por sus siglas en inglés)

5.13 Paneles con flechas intermitentes.

Advierten a los conductores de cierres de carriles. Debe comenzar a cambiar de carril con suficiente antelación.

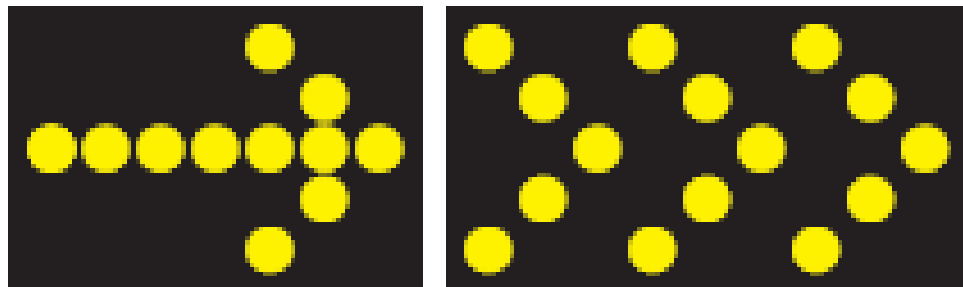


Imagen 34. Paneles con flechas intermitentes. (Fuente: Manual de dispositivos de control de tráfico MUTCD, por sus siglas en inglés)

5.14 Antecedentes de seguridad vial en carriles reversibles.

El estudio del Departamento de tránsito de Kentucky (KDOT), realizó estudios de accidentalidad en la calle Nicholas Ville, antes y después de la implantación de la técnica, donde se mostró que no hubo incremento significativo en choques antes y después de la implementación del carril reversible. Los registros fueron comparados en un periodo de un año después, estos fueron basados en gravedad, tipo de accidente, locación y dirección en los periodos picos a.m. y p.m. (Agent y Clark 1980).

Otro estudio exhaustivo de seguridad en carriles reversibles involucró la conversión la interestatal US-78 en el condado de Gwinnett, Georgia (Bretherton y Elhaj 1996). En el estudio, cuatro hipótesis fueron desarrolladas y probadas: aquellas que analizó que los accidentes se atribúan a confusiones de los conductores, giros a la izquierda, señalización y giros hacia calles secundarias. El estudio proveyó resultados interesantes e informativos, dentro de los que se incluyen los siguientes:

- Hubo un periodo de 1 mes (o menos) para que los conductores se familiarizaran con las operaciones reversibles.
- Maniobras con giros a la izquierda causaron la mayoría de conflictos y resultaron en 43 accidentes durante los 6 meses del periodo de estudio.
- Los conductores parecían estar confundidos por las indicaciones de las señales aéreas, resulto en 16 accidentes durante el periodo de estudio.
- La cantidad de accidentes por giros a la izquierda fue similar a aquella registrada en operaciones no reversibles.

Estos antecedentes nos demuestran que la implementación del carril reversible tuvo poco impacto, en tasas de accidentes. La conclusión total fue que los segmentos reversibles tienen una “tasa de accidentalidad no mayor a la de la calle original.

Capítulo VI Propuestas de medidas ambientales

6.1 Introducción

El monitoreo ambiental forma parte del diseño final para la rehabilitación, mejoramiento o construcción de las carreteras, este reúne el análisis de los impactos que puede producirse por las labores de mejoramiento y cambios en el tramo, cuyo trayecto tiene una longitud de 2.0 Km, con el objetivo de mejorar la movilidad, en una arteria tan importante de forma eficiente y segura. Con ello se pretende mejorar la circulación, minimizando los costos operativos de los vehículos y promover la incorporación y utilización de esta vía.

Entre los objetivos principales de las medidas ambientales se encuentran:

- * Identificar y valorar los impactos ambientales y sociales, directos e indirectos, positivos y negativos, que causarán el rediseño de la vía.
- * Establecer medidas mitigadoras y compensatorias necesarias para la minimización de estos impactos.
- * Elaborar un plan de Gestión ambiental para el proyecto.
- * Establecer las medidas ambientales.

6.2 Información Base del Medio

El tramo de carretera en estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Managua, Capital de Nicaragua con las siguientes coordenadas 12°06'54.19"N 86°14'57.47"O con una elevación aproximada de 160 MSNM. Presenta un clima tropical de sabana, presentando un relieve llano poco accidentado, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, que van desde los 27° C a 34° C. La precipitación promedio es de 1,125 milímetros de agua.

Temperatura Promedio: 27° C

Precipitación Anual: 1,100 – 1,600 mm

Humedad Relativa: 70.5%

Velocidad del Viento: 12 km/h

6.3 Características del distrito V

El Distrito V con un área de 82.61 Km² es el segundo con mayor extensión (después del Distrito III), con una población de 207,387 habitantes y 39,707 viviendas, según datos del "VIII Censo de Población y IV de Vivienda 2005 del INEC".

Es el distrito que presenta mejores características para lograr un mayor crecimiento urbano debido a su zonificación y uso del suelo, un poco provocado por la lotificación y venta de propiedades pertenecientes a las cooperativas agrícolas.



Imagen 35. Distrito V. (Fuente: Página web www.manfut.org)

Debido a su posición geográfica este distrito es importante ya que está rodeado de pistas, zonas residenciales, extensas áreas de cultivo agrícola, industrias, escuelas, universidades, hoteles, entre otros. Es importante mencionar la transformación del uso de suelo en los últimos 15 años al convertirse áreas de vivienda en áreas comerciales.

El sector de la carretera a Masaya constituye el área donde se está desarrollando la ciudad de manera ordenada, la que se caracteriza por un comercio dirigido a la clase alta y media alta, siendo la imagen más moderna de la ciudad, formando corredores comerciales a lo largo de la carretera. Es en este territorio donde se han realizado las principales inversiones comerciales y de servicio en los últimos años por lo que se identifica como el nuevo centro de la ciudad.

En este distrito se encuentra el segundo mercado más importante de Nicaragua, como lo es el mercado Roberto Huembés, el que tiene la particularidad de ser visitado por nacionales y extranjeros para comprar en el sector de artesanías que funciona en uno de los locales del mercado.

Al igual que el Distrito No. 3, éste distrito presenta una deforestación indiscriminada en la zona sur, siendo el sector más afectado, Las Sierras de Santo Domingo, provocando grandes problemas de erosión e inundaciones.

Un total de 9 fallas geológicas atraviesan el distrito, una de las cuales produjo el sismo de enero del año 1968 en la Colonia Centroamérica. Otras áreas afectadas son los asentamientos ubicados a orillas de los cauces y sobre líneas de cables de alta tensión.

6.4 Determinación de áreas de influencias

El área de influencia está asociada a los factores que inciden en las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la obra.

En consecuencia, el área de influencia directa corresponde a las posibles zonas de préstamo, zonas de maniobras de maquinarias y equipos, derecho de vía y áreas adyacentes al camino en que se realicen actividades con el proyecto. Los límites del proyecto son los siguientes: Iniciando desde los semáforos de Mercado Roberto Huembés a través de todo el corredor de la Pista de la Solidaridad hasta el Paso a desnivel de la Rotonda de la Centroamérica abarcando el área de la colonia Centroamérica, Planes de Altamira N2, Altamira D'Este, Bosques de Altamira, Barrio Pantasma, Barrio Grenada, Barrio José Santos López y se estima el área en 1,508,924.254 m² equivalente a 1.509 Km².

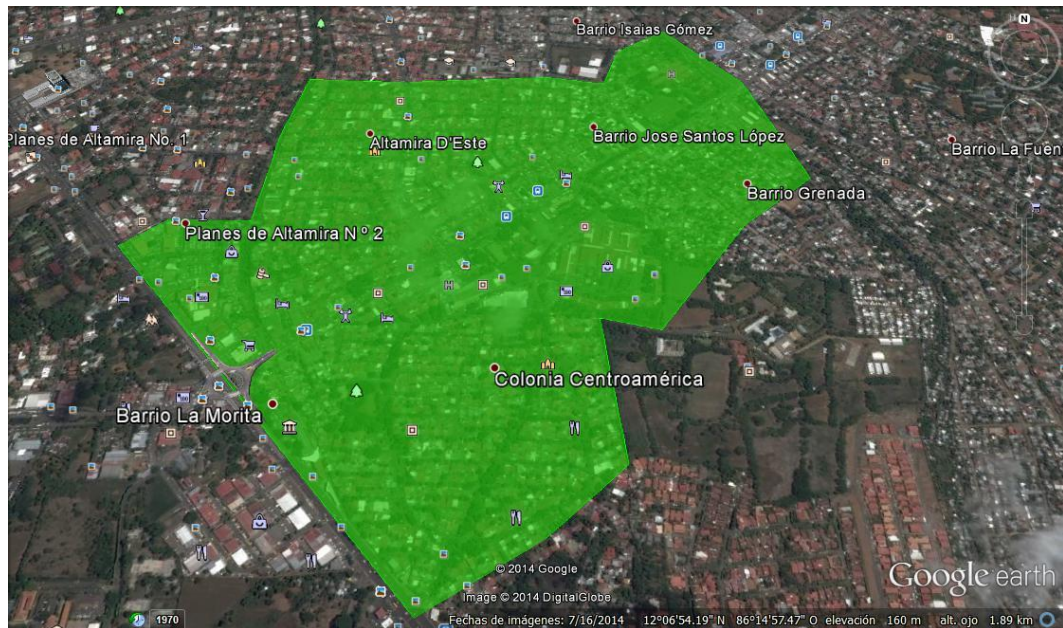


Imagen 36. Área de influencia directa.

El área de influencia indirecta está asociada a las áreas adyacentes al camino y a las posibles incidencias socioeconómicas en el ámbito municipal que se den con la operación del proyecto. Está definido como el área sujeta a los impactos indirectos del proyecto, y abarca una región geográfica más extensa cuyas poblaciones, actividades económicas y servicios sociales y de infraestructura serán impactados por el proyecto. Dentro del Área de Influencia Indirecta se consideran todos aquellos asentamientos que están conectados directamente al corredor y que sean generadores y/o receptores de tráfico a lo largo del corredor. Para ello se ha definido como área de influencia indirecta la carretera a Masaya proviniendo desde el sur hacia la capital y viceversa. Los límites de las

áreas de influencia indirecta fueron determinadas por las siguientes condiciones: geomorfología, hidrología, ruidos, calidad del aire, fauna, social y económico. Todo ello corresponde a la carretera a Masaya, abarcando las comunidades y residenciales, comercios etc., presentes en el área, la pista de La solidaridad, proveniente desde los semáforos de Rubenia (Nuevo paso a Desnivel), abarcando también el mercado Roberto Huembes con un área de 43.653Km².

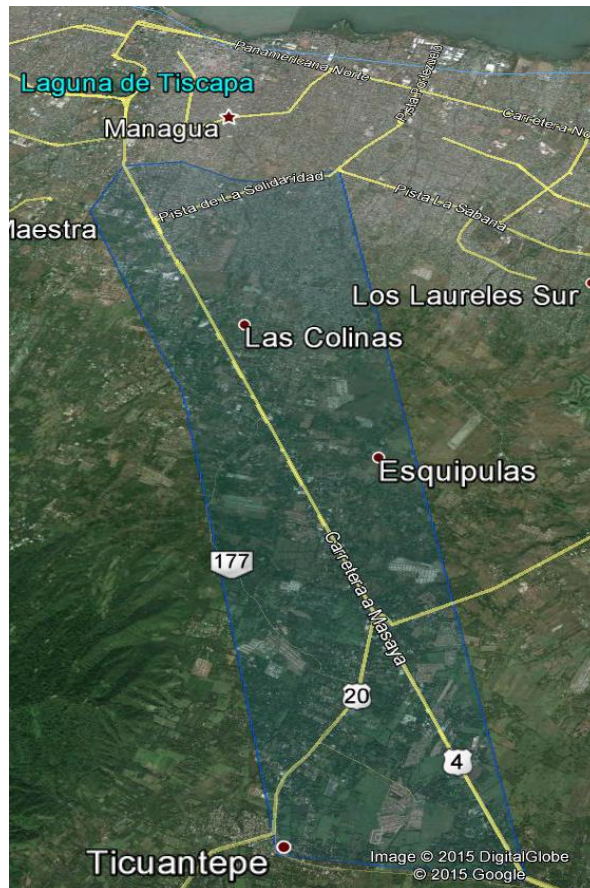


Imagen 37. Área de influencia indirecta.

6.5 Determinación y valoración de impactos ambientales

6.5.1 Impactos positivos:

- Aplicación en el país de nueva técnica en la solución nivel de tránsito.
- Generación de fuentes de empleos
- Accesos a mejores bienes y servicio.
- Reducción al tiempo de transporte.
- Seguridad Vial, tráfico y peatones.
- Reducción de costos de operación vehicular.
- Liberación del derecho de vía de obstáculos.

6.5.2 Impactos negativos:

- Poco conocimiento de la técnica propuesta.
- Deforestación del Área.
- Aumento de costos de operación de la vía.
- Incremento en los niveles sonoros.

6.6 Programa de gestión ambiental

6.6.1 Planes que conforman el Programa de Gestión Ambiental

6.6.1.1 Plan de implantación de Medidas Ambientales.

- Continúo seguimiento de la aplicación de Medidas Ambientales antes, durante y después del proyecto, incluyendo a los entes y profesionales correspondientes. Contratación de un Especialista Ambiental que supervisará y monitoreará la ejecución de las medidas ambientales.
- Diseño y ejecución de obras civiles de control y protección para minimizar los impactos, garantizando la disminución de riesgos. Andenes y pasos peatonales, alcantarillas, cunetas, contra cunetas, bajantes, engramado y casetas para los usuarios del transporte colectivo.

6.6.1.2 Plan de Arborización

- Planes de arborización con 210 plantas. Ubicando plantas en los andenes peatonales, vías adyacentes, barrios y colonias comprendidas dentro del área de influencia directa.

6.6.1.3 Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental.

- Control ambiental en la colocación de carpeta asfáltica.
- Restauración de Bancos de Materiales, de ser necesario.
- Conformación de áreas de desechos.

6.6.1.4 Plan de Gestión Social

- Ejecución de un Plan de Gestión Social para liberar el derecho de vía si el caso lo amerita.
- Educación vial y Ambiental a los usuarios de la vía y personas que residan en el área de influencia directa.

6.6.1.5 Plan de Capacitación Técnico Ambiental

- Garantizará la seguridad e higiene ocupacional de los trabajadores.
- Correcta señalización vial.

6.7 Medidas del programa de gestión ambiental y social

6.7.1 Componente Social

La estimación de Medidas de Prevención y Mitigación Social, que consisten en financiar la compensación a ocupantes del Derecho de Vía e Implementar el Plan de Educación Vial, se describe a continuación.

Medidas de Mitigación Social

No	Descripción
1	Indemnización a Ocupantes del Derecho de Vía, por remoción de infraestructura.
2	Talleres de Capacitación de Educación Vial.
3	Pautación Radial y televisiva para explicar la utilización de la vía.
4	Talleres de Capacitación, sobre Higiene y Seguridad Ocupacional a Trabajadores de la Empresa Constructora
5	Casetas para bahías de buses
6	Pasos peatonales para la correcta circulación.

Tabla 14. Medidas de Mitigación Social.

6.8 Propuesta de medidas ambientales generales

- Después elaborarse el monitoreo ambiental del tramo de carretera semáforos mercado Roberto Huembés – Paso a desnivel rotonda La Centroamérica, se logró determinar que los impactos negativos esperados que genere el proyecto sobre el ambiente son de baja significación, la mayoría son mitigables con una acumulación simple.
- Para que este proyecto tenga atenuados los impactos adversos potenciales se deberán realizar las medidas de compensación, mitigación y protección ambiental propuestas. Estas medidas serán parte integrante de los compromisos que el contratista y la supervisión deberán cumplir al realizar sus actividades.
- Los principales impactos directos sobre la construcción de los caminos urbanos son moderados, relacionados con actividades de corte y relleno, extracción de materiales de bancos de préstamos y construcción de obras de drenaje. Todos estos impactos se pudiesen controlar con obras de ingeniería y la información detallada de la mitigación y el monitoreo, presentadas en este documento.
- En el tramo, se realizarán afectaciones a árboles, en el tramo desde los Semáforos del Mercado Roberto Huembés hasta la rotonda de Lozelsa.
- En resumen, no se esperan impactos negativos significativos que justifiquen la cancelación del proyecto. Se recomienda que los costos

negativos a largo plazo por deforestación en el área del proyecto, deben considerarse de manera sensata como parte de la decisión final de factibilidad del proyecto.

- Por otro lado hay que considerar muy en cuenta los impactos positivos y benéficos que la puesta en operación del proyecto que conllevaría a los pobladores de la zona, estos impactos están dados por: mejoramiento de las condiciones de movilización, facilidad de acceso para vehículos, mayor facilidad de comercialización y seguridad de transporte sobre la vía, mayor acceso de servicios públicos básicos de pobladores hacia centros urbanos que dispongan de tales servicios y desarrollo en general de la región.
- Se recomienda que para la ejecución del proyecto, se haga uso del documento “Normas ambientales básicas para la construcción vial”. Aplicables a todo proyecto de construcción vial, como anexo del contrato respectivo y complemento de las especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes. (NIC-2000).

Capítulo VII Propuesta técnica

7.1 Introducción

Los carriles reversibles incluyen una variedad de aplicaciones y operaciones. “Reversibles” es la definición general dentro del cual, un número de títulos más específicos y formas están incluidas. Aunque no existe una definición específica para localidades reversibles en la literatura internacional, la que es generalmente aceptada para localidades convertibles incluye esas en la cual las operaciones de tráfico dentro de ellas cambian de sentido, en un periodo estipulado. Estas operaciones pueden incluir la dirección del flujo, maniobras y giros permitidos o cargos por utilizarlas. Los carriles reversibles pueden incluir carriles con uso normal así como los hombros de la calzada.

7.2 Rediseño de la vía

Este capítulo se enfoca en la manera en que el proceso de planeamiento de transportación y prácticas diseñadas ha sido aplicado y adaptadas para el desarrollo e implementación de carriles reversibles

La revisión de planeación y diseño para sistemas de carriles reversibles muestran que la implementación de estos, ha ocurrido a través del uso de una variedad de técnicas y niveles de esfuerzo. El tamaño y formalidad del esfuerzo ha sido en gran parte una función de la frecuencia, permanencia y características de su uso. En un lado del espectro están la preparación del diseño y el análisis de la conducta de planificación para localidades con carriles reversibles permanentes en autopistas, puentes y túneles. Estos tipos de proyectos frecuentemente involucran análisis costo-beneficio de múltiples alternativas, evaluaciones del impacto que las operaciones reversibles otros modos de transportación multipasajero, y evaluación de patrones de tráfico variable y sus efectos en otras carreteras en las zonas aledañas a la localidad de la vía reversible.

Aunque no están específicamente definidos los parámetros que guían el diseño y control de sistemas de carril reversible son resaltados tanto en AASHTO en la publicación “Una estrategia en Diseño geométrico de Carreteras y calles, 2001” (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets), conocido comúnmente como el “Libro Verde” y el “Manual de dispositivos de control de tráfico” (Manual on Uniform Transit Control Devices) abreviado como MUTCD (FHWA 2001). Una descripción de sus efectos en la seguridad y eficiencia de operación ha sido publicada por el Instituto de Ingenieros en Transportación (Institute of Transportation Engineers) (“A Toolbox . . .” 1997).

7.3 Especificaciones técnicas del carril reversible

7.3.1 Características espaciales del carril reversible.

Se generaliza la configuración de segmentos de vías reversibles dentro de 5 zonas, ilustradas y enumeradas en la figura 38 (Lathrop, 1972).

La **zona 1** es estimada, como la zona de aproximación. En esta zona, los conductores necesitan ser informados que una vía reversible está próxima. Información dada a los conductores debe incluir en forma breve y clara, cuantos y cuales carriles están disponibles para ellos.

La **zona 2** es la zona de decisión donde los conductores deben moverse hacia adentro o hacia afuera del carril reversible, esta área es regularmente estimada como la de potencial peligro, porque hay movimientos de asociación y zigzagado debido a la cantidad cambiante de carriles, por lo cual, necesita ser cuidadosamente diseñada.

En la **zona 3**, los conductores continúan en el carril usual y el carril reversible. Típicamente, un sinnúmero de dispositivos de control de tránsito son utilizados para recordar a los conductores cuales carriles están abiertos para la utilización en cada dirección. El control adecuado en la zona 3 es crítica, porque el tráfico opuesto puede existir en una línea adyacente, incrementando el riesgo de colisión.

La transición desde el carril reversible a un carril con flujo normal ocurre en la **zona 4** y debe ser apropiadamente diseñada, como es el caso de la zona 2, la longitud de la zona 4 debe ser diseñada apropiadamente, por las maniobras de asociación en el área.

En la **zona 5**, el tráfico sale de la sección del carril reversible, y continua en la sección con flujo normal.

7.3.2 Diagrama de flujo reversibles.

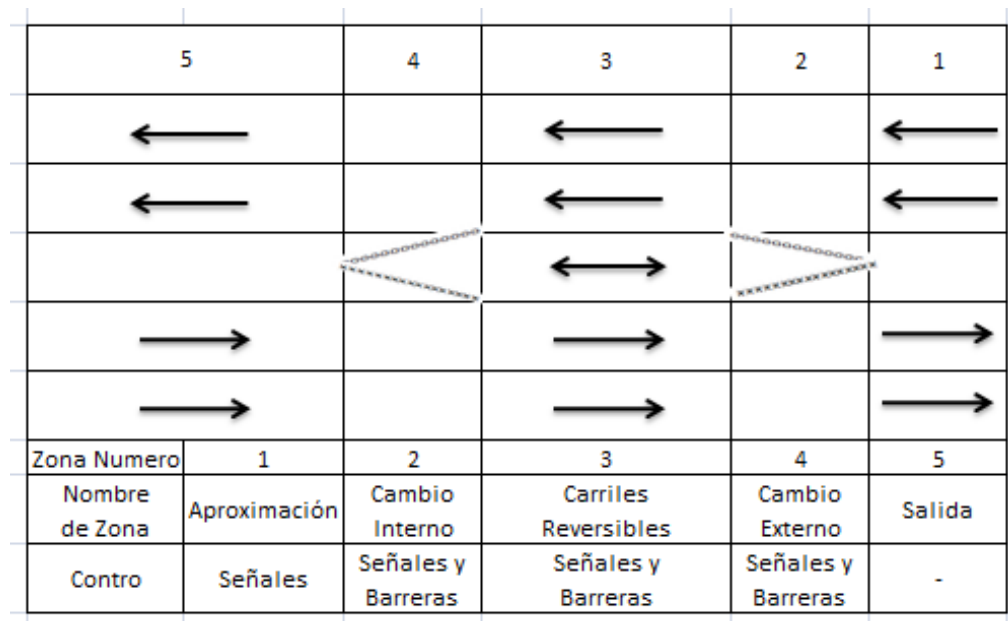


Imagen 38. Configuración de segmentos de vías reversibles

Dado los requerimientos de espacio para el uso de los carriles reversible, es sorprendente que muchos segmentos de carriles reversibles sean bastante cortos. Una investigación de locaciones con carriles reversibles de Gran Bretaña, muestra que 11 de cada 15 sistemas de carriles reversibles en uso, eran de 1 Km (0.62 Mi) o menos, con dos cruces a cada 300 m (McKennay King 1987). Uno de los factores que usualmente reducen la longitud total de segmentos reversibles es la frecuencia de calles que interceptan la vía a través de toda su longitud.

7.3.3 Características temporales del carril reversible

Por definición, la dirección del sentido del tráfico en vías reversibles no es siempre permanente. La operación reversible en la carretera podría, sin embargo, ser permanente. Debido a que la mayoría de los carriles y vías reversibles son usualmente dirigidos a necesidades periódicas durante el día, la mayoría de arreglos en las configuraciones son utilizados para duraciones breves, en la mayoría de los casos 1 a 3 horas durante las horas picos de la mañana y la tarde. Sin embargo, hay también muchos ejemplos en los cuales algunas configuraciones han durado sustancialmente más, por días o incluso semanas.

Así como las características espaciales, las características temporales de los carriles reversibles pueden ser vistas de acuerdo al tiempo tomado para efectuar una transición de una dirección a otra y la duración para la cual están en uso. El tiempo requerido para efectuar la transición es el temporal equivalente a las zonas 2 y 4, y el periodo de operación es equivalente a la zona 3.

La duración total de un segmento de carril o vía configurado para su uso en una u otra dirección esta usualmente basado en las características temporales de la demanda. Por ejemplo, es una práctica común utilizar carriles reversibles en áreas urbanas por 4 hrs al día - 2 hrs (usualmente 7 A.M. a 9 A.M.) durante la hora pico en la mañana y 2 hrs (usualmente 4 P.M. a 6 P.M.) durante la hora pico en la tarde.

Muchas secciones de autopistas reversibles operan en ciclos de medio día, en las cuales los carriles reversibles están dirigidos en una dirección por las horas de la mañana y en otra dirección durante horas de la tarde y la noche. Ciertas condiciones como la construcción de carreteras y evacuaciones de desastres naturales, eventos políticos, fiestas patronales, pueden requerir carriles que sean convertidos por varios días.

Los periodos más críticos para operaciones reversibles ocurren durante la conversión del flujo de una dirección hacia la otra. Ese periodo es de particular importancia, porque, si no es completado apropiadamente, el periodo de transición tiene el mayor potencial de conflicto para con los vehículos en sentido opuesto. En general, el periodo de transición requiere suficiente tiempo para que los vehículos despejen totalmente el segmento convertido, antes que lo pueda utilizar el tráfico con sentido opuesto. En el caso de segmentos extensos, esto podría tomar varias horas. Conversiones necesarias de dispositivos de control y características de guía también toman lugar durante este periodo.

Es más, se desea que el periodo de transición sea lo más breve posible. Sin embargo, la velocidad con la cual la transición toma lugar no puede ser excesivamente rápida debido a que puede afectar la operación segura de la vía.

Se determinó una transición promedio para el carril reversible de 30 minutos tomando en cuenta los criterios previamente mencionados.

7.3.4 Administración de locaciones y carriles.

La administración de localidades agrupa una variedad de configuraciones operacionales y estrategias. El Departamento de Transporte de Texas (TxDOT) ("Managed Lanes..." 2002) define la administración de localidades como "un incremento en la eficiencia de las autopistas a través del agrupamiento del diseño y las varias acciones operativas. La administración de carriles puede ser ajustada en cualquier tiempo del día para asemejar objetivos regionales". Están incluidos carriles reversibles así como otros tipos de usos especiales y localidades prioritarias, tales como Carriles de alta Ocupación (HOV Lanes), carriles transitados y carriles con peajes.

Administrar carriles puede ser utilizado para restringir el acceso a ciertos carriles en diferentes tiempos del día y pueden involucrar "altas tasaciones" por donde a los conductores se les cobra por usar los carriles durante periodos específicos de tiempo. Entre las metas de la administración de carriles están maximizar la capacidad, administrar la demanda y mejorar la seguridad ("Managed Lanes . . ." 2002). Algunos ejemplos de carriles administrados incluyen el proyecto I-15 Vía

Rápida en San Diego, y las secciones I-5 y I-90 en Seattle (“I-5 y I-90 Express Lanes” 2001).

7.3.5 Tipos de operaciones reversibles.

7.3.5.1 Operaciones centralizadas.

Un tipo de carril reversible es el carril con operaciones centralizadas, la operación reportada por Dorsey (1948) que describe las Operaciones centralizadas como “una condición que ocurre donde el número de carriles dedicados para el movimiento del tráfico en una dirección no es igual al número de carriles en la otra dirección”. Explicado simplemente, el número de carriles en cada sentido no es igual. Bajo tales condiciones, tres carriles pueden ser utilizados para el tráfico en un sentido y dos carriles en la otra dirección. Esta incongruencia puede ser permanente o puede ser variable dependiendo de un horario establecido en el día. Esto podría parecer una aplicación rara, debido a que el generalmente el flujo de tráfico generalmente diseñado para seguir un proceso balanceado, en la cual la demanda que va en un sentido es típicamente comparable con la demanda en el otro sentido.

7.3.5.2 Localidades y operaciones contra-flujo. (Contraflow)

El contra-flujo es un tipo específico de carril reversible, simplemente definida por la AASHTO como la reversión del flujo total en una carretera (A policy...2001). La distinción está hecha porque las operaciones de flujo reversible son ampliamente consideradas ser más difíciles de controlar y dirigir, especialmente en las zonas de intersección donde hay más conflicto al cruzar las calles y realizar giros, y donde los peatones están presente. La aplicación más extrema de contra-flujo ha sido una técnica desarrollada recientemente, en la cual una autopista ha sido utilizada con contra-flujo para evacuar regiones costeras vulnerables bajo amenaza de huracanes. (Wolshon 2002b).

7.3.5.3 Direcciones de flujo mayor y menor.

Direcciones de flujo mayor y menor son términos frecuentemente asociados a las operaciones de carriles reversibles. La dirección de flujo mayor en una villa es la que tiene mayor volumen durante un periodo evaluado. En una situación típica de viaje por ejemplo, la dirección de mayor flujo debe ser hacia el centro de negocios por la mañana y hacia afuera durante la hora pico de la tarde. La dirección de flujo mayor debería recibir carriles adicionales durante el periodo reversible.

Una notación comúnmente utilizada para indicar la configuración de utilización en vías reversibles, es el número de carriles en la dirección de mayor flujo: número de carriles en la dirección menor. Por ejemplo, una autopista con 6 carriles con 3 carriles en cada dirección operaría en una configuración 3:3 durante periodos regulares y 4:2 durante horas picos.

7.4 Implementación

Aunque bien el planeamiento de algunos sistemas de carriles reversibles ha seguido tal proceso tradicional, la exploración de esta tesis indica que para la mayor parte, planear actividades para mostrar la necesidad y utilización de vías reversibles ha sido considerablemente menos formal.

La excepción a esa práctica, sin embargo, fue para nuevas localidades concebidas desde un inicio para operaciones reversibles. Algunos ejemplos de sitios diseñados específicamente para uso reversible han incluido carriles HOV en autopistas, túneles, puentes y carreteras que sirven a un evento recurrente especial en el tráfico. La planeación de estas vías ha seguido un proceso de planeación convencional, incluyendo el cumplimiento de alternativas competitivas y la evaluación costo-beneficio.

7.5 Métodos y técnicas

La investigación demuestra que la mayoría de las autoridades consideran las localidades reversibles como una opción de baja prioridad. La decisión para usar flujos reversibles, especialmente sobre vías convencionales, ha tendido a ser algo reacio, típicamente hecho después que la mayoría de alternativas convencionales han sido agotadas.

El Instituto de Ingenieros en Transporte, ITE por sus siglas en inglés, describe que el uso de carriles reversibles en localidades existentes es “potencialmente uno de los métodos más efectivos para incrementar la capacidad de las calles durante la hora pico, siendo utilizada bajo condiciones apropiadas”.

Los criterios del ITE para determinar la necesidad de carriles reversibles se detallan a continuación.

1. La velocidad promedio de la autopista debe disminuir al menos 25% durante periodos problemáticos sobre la velocidad normal, o deberá haber un respaldo apreciable en las intersecciones señalizadas conduciendo a los vehículos, excluyendo uno o más intervalos de luces verdes. Lo que significa que la demanda debe ser mayor que la capacidad para la autopista.
2. El problema de la congestión de tráfico bajo investigación debe ser “periódico y predecible”.
3. Los carriles reversibles deben ser diseñados con un acceso y salida capacitadas y adecuadas, para proveer una transición fácil entre un sentido y otro (sentido normal y sentido reversible).

El ITE también sugiere otros criterios que deben ser examinados antes de la implementación de los carriles reversibles:

- Una alta proporción de personas que se dirigen a sus centros de trabajo desean atravesar el área sin giros o altos.
- Condiciones terminales que facilitan la alta utilización de carriles adicionales.

Estos criterios están asociados con la congestión. Las normas del ITE establecen que los carriles reversibles pueden ser considerados, cuyo volumen de la demanda excede la capacidad de las calles y “los periodos durante los cuales la congestión ocurre son periódicos y predecibles”. El exceso de capacidad en la calle durante horas picos es también utilizado como una motivación para utilizar un carril reversible (Hoose 1963).

El ITE recomienda conteos de tránsito en varios puntos del tramo para determinar cuánto volumen debe ser asignado en cada dirección y donde las direcciones deben iniciar y terminar. Igualmente incita a conservar un mínimo de dos carriles abiertas al tránsito en cada dirección debido a que aun en el periodo de bajo volumen de la dirección de menor flujo, forzaría al carril a funcionar muy cerca de su capacidad.

Se debe realizar una evaluación de la capacidad de acceso al segmento del carril reversible, este criterio es importante y no debe dejarse pasar por alto en el proceso evaluativo. El ITE establece que la capacidad adecuada debe ser conservada en ambos carriles y que la transición de la operación normal de la vía a la manera reversible debe ser fácil para los conductores.

Sin embargo la Edición Milenio (*Millennium Edition*) de la MUTCD sugiere que los puntos clave de su recomendación para el uso de estos carriles son: que la calle considerada tenga al menos tres carriles, que la demanda direccional de tráfico sea adecuadamente desbalanceada y que exista cuidado especial en los puntos de iniciación y terminación de la sección reversible. Dificultades de operación han sido experimentadas en varias locaciones cuyo estas condiciones no han sido aplicadas adecuadamente.

7.6 Asignación de carril

Si bien es lógico asignar dirección al carril basado meramente en base a la relación del volumen direccional, es crítico mantener una capacidad adecuada para completar la demanda en la dirección de menor flujo, sin embargo la asignación puede ser inconsistente con la relación de volúmenes. Esto es especialmente verdad cuando la demanda direccional puede dictar la asignación de tan solo un carril.

En la práctica, el proceso de asignación es basado en un número de factores asociados con la localidad específica. Hay tres métodos básicos que han sido implementados para configurar la utilización de carriles reversibles (ITE 1999):

1. La reversión de flujo en todos los carriles de una vía con un solo sentido de una dirección a la otra, crea una calle meramente de un sentido.
2. La reversión del flujo en todos los carriles de una vía con dos sentidos, efectivamente crea una calle con un solo sentido durante algunos periodos y una operación de dos sentidos durante otros periodos.
3. La reversión de uno o más carriles de una localidad con dos sentidos, sirve para crear una operación desbalanceada en ambos sentidos y balanceada durante otros periodos

Una aplicación común del tercer método de asignación es utilizar dos carriles de la vía, como carriles reversibles durante periodos de hora pico.

El ITE también ha reconocido las ventajas y desventajas de estas configuraciones de operación (ITE 1992), utilizando desde los escenarios más hostiles hasta los más sutiles. La ventaja más clara es que todas las configuraciones proveen capacidad adicional para el flujo en la dirección primaria. Es más, la capacidad añadida puede ser acomodada en la misma calle en ambas direcciones una durante las horas pico de la mañana y otra durante las horas picos de la tarde. Otras ventajas incluyen la eliminación de la necesidad de calles con dos o más carriles con el mismo sentido; mejor utilización eficiente de la calzada y la eliminación de la necesidad del tráfico de cambiar hacia otra calle. Entre las desventajas están reducir capacidades del flujo de la dirección con menor volumen, dificultad de operación en el acceso y terminal la configuración utilizada y la necesidad de representantes de la ley concentrados para prevenir la violación de las leyes y garantizar restricciones en el carril utilizado.

7.7 Restricción de giros a la izquierda.

Entre las estrategias comúnmente usadas para segmentos de carriles reversibles esta la restricción de giros a la izquierda dentro de secciones desequilibradas de carril reversible (Dorsey 1948). Las restricciones de giros a la izquierda son importantes desde los puntos de vista tanto de eficiencia operacional e incremento de la seguridad. Operacionalmente hablando, los giros a la izquierda disminuyen y algunas veces detienen el flujo del tráfico, durante los conductores que giraran esperan la brecha adecuada para realizar la maniobra. Debido a que la razón primaria de utilización de los carriles reversibles es mantener el tráfico en movimiento, esto derrota el propósito, bajando las velocidades promedios. Otras áreas de confusión potencial para los conductores son la preocupación de saber cuál es la próxima salida para girar a la izquierda y su correcta reacción en las intersecciones.

Además, los problemas con giros a la izquierda pueden ser serios en aproximaciones a intersecciones señalizadas en segmentos reversibles. Debido que los conductores usualmente esperan que los giros a la izquierda en intersecciones estén designados por marcas en el pavimento y señales

verticales de tránsito, podrían confundirse si se encuentran con un vía reversible en el sitio.



Imagen 39. Segmento reversible Carretera Tyvola.

Un ejemplo de solución a este problema es a través del uso de carril de giro de centro izquierda con señales dinámicas verticales, tales intersecciones a lo largo de la sección reversible de la calle Tyvola en Charlotte, Carolina del Norte, a como se muestra en la figura 39 y 40.



Imagen 40. Extremo occidental del segmento reversible Carretera Tyvola, Charlotte, Carolina del Norte.

Estas fotografías muestran la aproximación hacia y desde donde la configuración de la intersección del carril de la calle Tyvola. En esta locación, la calle con 2 carriles reversibles al centro están designadas por las señales verticales suspendidas.

7.8 Políticas temporales y de emergencias.

Para segmentos reversibles utilizados para circunstancias temporales y emergencias, utilizar este tipo de garantías puede ser considerablemente más brusco y restrictivo. En la mayoría de los casos, aplicaciones de la ley y el personal que controla el sistema planean cerrar la mayoría de los puntos de entrada de flujos contrarios durante evacuaciones. Hacer esto reduce el número de personal de tráfico requerido en estas localidades y reduce el anticipado nivel de confusión de los conductores en vías existentes, donde los vehículos estarían viajando en la dirección equivocada. Debido a que las reversiones de flujo para evacuaciones son una cuestión de vida o muerte, que para conveniencia de conductores, muchos planes eliminan la elección de rutas, forzando al tráfico a ciertas rutas en vez de permitirles hacer sus propias decisiones.

Se reconoce, sin embargo, que en algunas evacuaciones se necesitará salir para combustible, comida y usos personales. Para este fin, todos los planes de flujo contrario permitirán oportunidades de ingreso dentro de un segmento intermediario, aunque reingresar dentro del segmento será permitido solo en los carriles normales de viaje.

7.9 Utilización de políticas de elegibilidad.

Otro grupo de políticas que han impactado en el uso de carriles reversibles son esas asociadas con los requerimientos de elegibilidad para ciertos vehículos para usar carriles reversibles. Estas políticas son implementadas más a menudo para dar prioridad a ciertos vehículos de usar los carriles reversibles y restringir a otros vehículos a usarlas. Uno de las políticas más comunes utilizadas para administrar la accesibilidad de vías reversibles, particularmente en autopistas, es limitar su uso a vehículos con 2 o más ocupantes. Estas políticas han estado dentro de la utilización de varias autopistas en varios centros urbanos en Florida y Texas. Otro ejemplo de tales políticas ha sido limitar los carriles reversibles a usuarios que pagan en casetas de peaje. Sin embargo, tales políticas aunque podrían limitar el número total de usuarios, pueden ayudar a reducir la congestión general y servir como una fuente de ingresos para los organismos viales.

7.10 Aceptación pública, Información, educación y comunicación.

Evaluaciones de la comprensión pública y aceptación de carriles reversibles han sido realizadas desde sus inicios. Sin embargo el desarrollo de prácticas y dispositivos de control, uniformes y más claros, ha ayudado a comunicar información de operación clave, anécdotas de opiniones públicas iniciales mezcladas, han cambiado a favorable y han sido consistentes a través de los años. Debido a la implementación de sistemas de carriles reversibles ha sido relativamente una práctica poco común, una porción significativa de conductores están poco familiarizados con su operación y estrategias de manejo. Este resultado es un patrón consistente de confusión inicial y aversión que típicamente cambia a aceptación y entusiasmo con el tiempo y utilización del mismo. Esta aprobación típicamente se desarrolla una vez que el conductor comienza a tomar ventaja del carril adicional y comienza a experimentar menos congestión y menos tiempo de viaje (DeRose 1966).

7.11 Especificaciones y Descripción del Diseño para el carril reversible utilizando Autodesk AutoCAD Civil 3D

7.11.1 Análisis de Datos de Campo

El criterio de diseño usado para el desarrollo de segmentos de calles reversibles, es similar al de carreteras convencionales. La revisión de práctica y literatura demuestra que las características de diseño de vías reversibles, incluyendo elementos tales como radios de giro, distancias de visibilidad, longitud de frenado, anchos de vía, etc., eran en todos los casos idénticos a los estándares y políticas establecidas por la AASHTO (Libro Verde) y en la MUTCD. Ciertamente, las características para el vehículo y conductor son las mismas, independientemente de la operación de la localidad. Esto se debe probablemente a que la mayoría de operaciones reversibles han sido implementadas en calles donde originalmente operaban con uso convencional.

El análisis también ha demostrado, sin embargo, que la única naturaleza de instalaciones reversibles, usualmente requieren tratamientos de diseño especial. Esto es especialmente cierto para instalaciones recién diseñadas y sobre autopistas donde es necesario proveer una separación física entre corrientes opuestas de tráfico. Diseños especiales han también sido utilizados en vías convencionales que han sido configuradas o adaptados para permitir operaciones reversibles.

En estos últimos años los software para diseños civiles desarrollados por Autodesk fueron denominados como programas BIN (Building Information Modeling) los cuales están programados para predecir errores o beneficios posibles que tendrá la obra en la vida real antes de la construcción por igual son una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico, replanteo de información, etc.

Autocad Civil 3D es un software para desarrollo de diseños viales cuya principal característica del programa es que está diseñado por Autodesk para que todos los componentes del diseño estén relacionados, los objetos al ser modificados automáticamente regeneran el diseño y recalculan la información en tablas y perfiles, todo esto nos ayudará a la hora de hacer cambios en nuestra propuesta sin tener que rehacer todo el proyecto de nuevo.

7.11.2 Pasos para la realización del Diseño

7.11.2.1 Análisis de Datos de Campo

Los datos de campo recolectados por la topografía son traídos en crudo o archivos SDR descargados directamente de la estación total. Una vez transformados según preferencia del diseñador se guardan en formatos de texto (.txt) o de datos delimitados por coma (.csv) con formatos de Punto, coordenada Norte, Coordenadas Este, Elevación y descripción (PNEZD).

El Proyecto consta de un levantamiento Topográfico completo con su Altimetría y Planimetría necesarias para la ubicación de detalles como árboles, postes de energía eléctrica, postes telefónicos entre otros y determinación de niveles en el terreno.

7.11.2.2 Determinación de Curvas de Nivel y Delimitación de Alineamiento de Proyecto.

Los niveles levantados por la topografía nos ayudan a que el programa a través de una malla que crea, triángule todos los niveles mostrándonos una idea bastante acertada del comportamiento del terreno, cabe mencionar que la malla debe de ser cuidadosamente analizada aunque el programa ofrezca la interpolación más óptima siempre se debe analizar si esta geométricamente correcta tomando en cuenta que no se deben interpolar detalles como postes de luz, manjoles u otros niveles que podrían alterar el comportamiento real del terreno separándolos con la opción de los grupos de puntos y tener control sobre cada detalle del diseño.

En todo el tramo hay un desnivel de 34 mts. y donde la curva mayor es de 176 m y la menor es de 142 m, drenándose las aguas hacia la rotonda con una pendiente de 2%.

El alineamiento o poligonal abierta de PIs de este proyecto fue determinado basándose en el ancho promedio de la vía, tomando en cuenta la media distancia de los bulevares a remover para la implementación del carril reversible, resultando un ancho de la vía promedio de 17.5 m, distribuido en 4 carriles de un sentido y 1 reversible de 3.5 mts de ancho.

Así mismo el alineamiento consta de 1,264 mts. De movimiento de tierra o remoción de boulevard que es el trabajo primordial para la realización del carril reversible, aunque la longitud total de la vía es de 1,603 mts. En estos 339 mts no se hará ningún movimiento de tierra solo distribución de carriles con la señalización adecuada.

Como podemos ver el alineamiento no refleja curvas horizontales ya que como se efectuara nada más la remoción de boulevard y no se afectara la geometría de la vía sumándole a esto que el tramo en general es recto se realizara un diseño básico de línea recta.

7.11.2.3 Determinación de Perfil y Rasante

Para la vía en cuestión después de establecida y corregida la malla se prosiguió a introducir breaklines que son polilíneas en 3D generadas con una macro que nos facilitó la creación de las mismas para determinar detalles exactos en el perfil como inicio y fin de bulevares en el eje central del terreno existente.

Concluida ya la determinación el Perfil se procedió a establecer la rasante tomando en cuenta el inicio y el fin de los bulevares ya que estos niveles son los de la calle existente es decir el nivel que debía tener nuestra rasante en esos puntos ya que solo el boulevard como se mencionó será removido.

Así como el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical no posee curvas verticales ya que serán definidas en campo siguiendo el comportamiento existente de la calle. Y solo determinándose los PIV (Puntos de intersección vertical) que serán de referencia para los niveles.

7.11.2.4 Secciones, plantilla y Calculo de Volumen de Movimiento de tierra.

El diseño de la sección en carriles reversibles, merecen una consideración especial debido a que una de las preocupaciones con secciones transversales restringidas a lo ancho, es la incapacidad de ofrecer hombros aptos, para vehículos de las autoridades para hacer cumplir la ley y transitar correctamente a la hora de un siniestro en compensación se brinda la ocupación total para emergencia de dicho carril.

Otro elemento de la sección transversal que ha variado en sistemas de carril reversible modernos ha sido el ancho del carril. A pesar de que la AASHTO permite algunas variaciones, un carril de carretera estándar sería 12 pies (3.65 m). Este ancho acomoda, a la mayoría de configuraciones de vehículos y permite cierto movimiento lateral a los conductores; también mantiene la separación entre tráficos contrarios y con el mismo sentido.

La sección transversal para la vía es de 3.5 m que es considerado un ancho común para vías que poseen un carril reversible.

La plantilla de nuestro diseño es un ensamble básico de 0.15 m de espesor de pavimento y 0.15 de Base de material selecto para poder estabilizar el carril que se va a construir. Una vez obtenidas las secciones se procedió a calcular el movimiento de tierra generando un corte en toda la vía total de 2,142 m³ geométricos y para la conformación de la sección un total de 240.45 m³ de Superficie de Rodamiento y 240.5 m³ de Base.

El programa generó un reporte de estas cantidades para el debido cálculo presupuestario para la implementación de la obra.

Finalmente se realizaron Plantas perfiles para la presentación del diseño y planos de secciones con sus propios datos de bms, niveles y coordenadas necesarias para el replanteo y construcción en campo.

7.12 Configuraciones finales.

El flujo hacia adentro y fuera de los carriles reversibles varía por naturaleza, debido al uso particular del carril y la locación donde está siendo utilizado. El ingreso y egreso puede ser controlado con un diseño efectivo o control de tráfico, o mejor aún, una combinación de ambos. Como con la mayoría de diseños de carriles reversibles, hay una amplia gama de sistemas y configuraciones, variando desde ningún sistema, hasta sistemas computarizados. Entre los diseños más simples de transición, se encontró un ejemplo en la calle Monroe en Charlotte, Carolina del Norte. Allí, la longitud de transición es efectivamente cero a medida que la sección de la carretera se estrecha de cuatro a tres carriles. A como se muestra en la imagen40, el movimiento de vehículos dentro de esta área es controlado a través de señales horizontales y señales verticales cambiantes y estáticas.

Sin embargo, los vehículos en áreas de transición, que se encuentran entrando y saliendo de los carriles reversibles son usualmente controlados por dispositivos de control de tránsito, los cuales se discutirán en el siguiente capítulo.



Imagen 40. Carril reversible con transición simple, Charlotte, N.C.

Para la mayoría, el diseño de ingresos y egresos de los carriles reversibles son similares al diseño de rampas en carreteras convencionales. Los más básicos son diseño de sección media (median crossover designs) que típicamente incorporan un carril de transición y luego un carril de aceleración para mover lateralmente al tráfico de un carril al otro. Diseños similares son comúnmente usados para maniobras de ingreso y egreso, a lo largo del segmento intermedio. Movimientos en los puntos de egreso también pueden ser controlados por el uso de diseños de carriles y rampas, para salir del carril principal o a como se ilustra en la imagen 41 y 42 directamente hacia o desde la red de la vía.

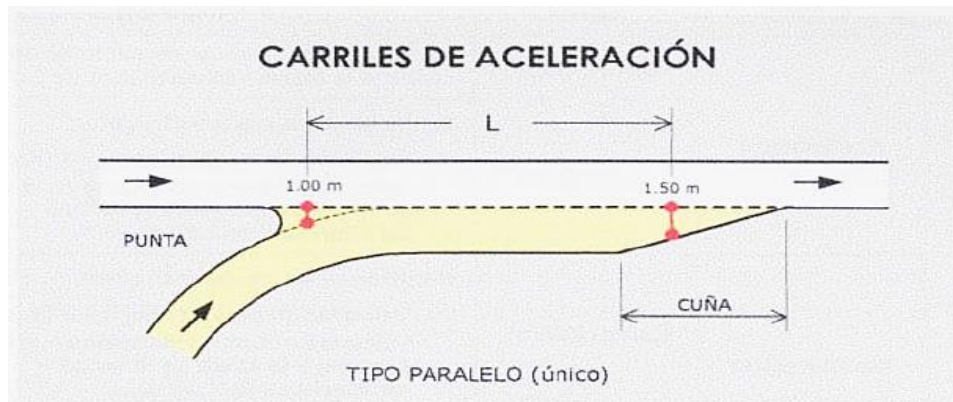


Imagen 41. Carriles de aceleración

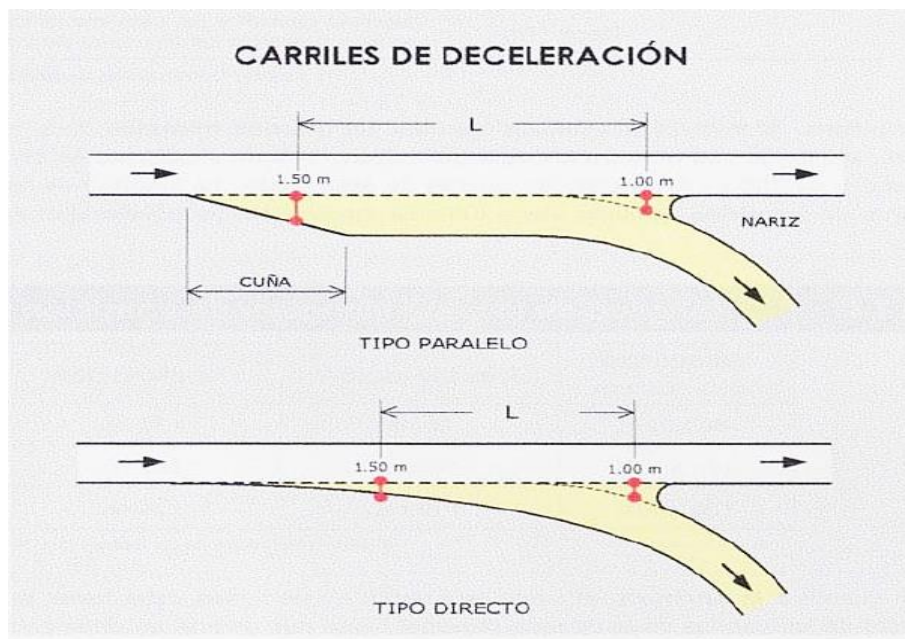


Imagen 42. Carriles de desaceleración.

7.13 Propuestas de Señalización

Debido a la naturaleza variable de los carriles reversibles, el control efectivo de tráfico es vital para su funcionamiento seguro. Además de guiar vehículos dentro y fuera del segmento reversible y sus cercanías, dispositivos de control deben

ser usados para comunicar efectivamente información crítica, tal como donde inicia y termina la operación reversible y que carriles están disponibles para los conductores. En algunos casos tal información prevé activamente ingresos no apropiados y egresos desde y hacia carriles adyacentes.

La revisión de literatura y prácticas actuales muestran que hay cinco técnicas básicas por las que las operaciones reversibles son controladas. Las cuales son:

1. Señales en puntos de transición.
2. Señales verticales aéreas.
3. Señales del uso del carril.
4. Señales horizontales pintadas en el pavimento.
5. Dispositivos portátiles tales como pedestales metálicos o de concreto, tubos y/o conos.

Sin embargo, también hay variaciones considerables de cómo han sido aplicados estas. Los dispositivos se han extendido desde el uso de letreros familiares, señales y marcas en el pavimento, hasta métodos más complejos, métodos con mano de obra intensiva y programas controlados por personal de tránsito. Dispositivos de control de tráfico y estrategias de planificación, se han basado en gran parte en factores específicos de segmentos reversibles, incluyendo su diseño, velocidad de operación, puntos de conflicto, frecuencia de utilización y familiarización de los conductores locales a esta forma de operación. La revisión de carriles reversibles en Inglaterra y Estados Unidos muestra que 17 de los 22 existentes, son controlados por señales verticales aéreas, lo cual se pretende utilizar en nuestro segmento.

La revisión del control de carriles reversibles incluye protocolos tanto para los dispositivos y prácticas de control. Énfasis particular se realizó, en mecanismos de control y prácticas, dentro y durante las áreas de transición de segmento reversibles, debido a que es donde pueden surgir conflictos de movimiento de tráfico y confusión para los conductores. Otro foco fue la dificultad del control del segmento, en las intersecciones, calzadas y cruces peatonales. Estos son los puntos donde múltiples peligros y conflictos podrían darse, por el tráfico en los carriles reversibles tanto como para los peatones. Es debido a esta razón que hemos decidido crear pasos peatonales subterráneos. En donde los peatones podrán experimentar un grado de seguridad mayor, respecto al tráfico.

7.13.1 Dispositivos de control de tránsito.

Ha como hemos visto el medio predominante de guiar y controlar el movimiento de tráfico dentro y fuera de un segmento de carril reversible son letreros, señales y marcas en el pavimento.

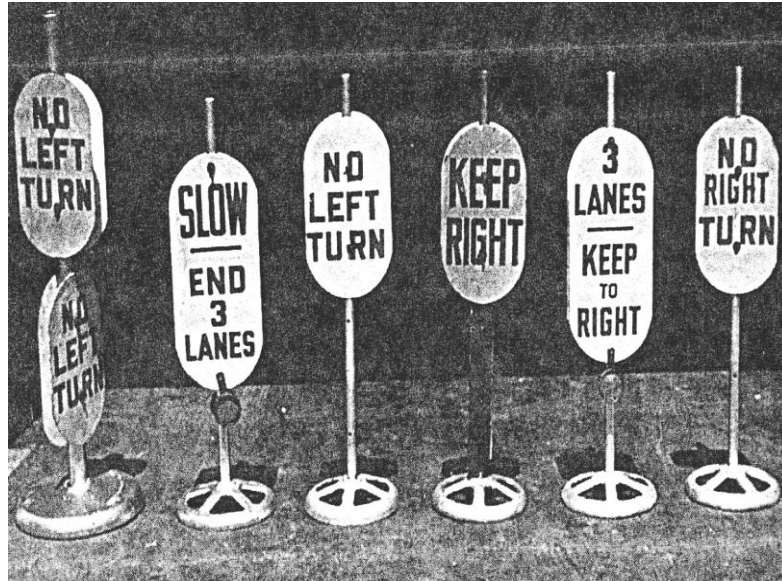


Imagen 43. Primeras señales de carriles reversibles sobre pedestales (Fuente: Dorsey 1948).

La revisión de prácticas actuales y previas, muestran que en la mayoría de locaciones, los dispositivos comúnmente utilizados son las aplicaciones del Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico (MUTCD), algunas de las cuales han sido adaptadas a operaciones reversibles.

7.13.2 Letreros

La información transmitida por los letreros de caminos no ha cambiado significativamente a través de los 80 años de uso de carriles reversibles. Los letreros siempre han tenido que transmitir información tal como, horario de operación, carriles disponibles y cambios de flujo de tránsito.

Estos letreros han sido colocados tanto aéreos como laterales en la calzada. Los primeros segmentos reversibles eran controlados por letreros, sin embargo esto involucraba personal de tráfico en la aplicación. Los primeros rótulos estaban señalizados en ambos lados, para guiar a ambas direcciones de flujo, estos estaban montados sobre pedestales, para poder ser movidos de una posición a otra. Se colocaban sobre la superficie de rodamiento entre un carril y otro, en algunos casos en los costados de la calles, a como se muestra en la imagen43 contenían mensajes muy simples tales como “Mantenga su derecha” o “No girar a la izquierda” e indicaban el número de carriles disponibles en una dirección en particular.

Debido a que han sido utilizados periódicamente, los primeros segmentos de carriles reversibles dependían en gran medida, de labores manuales a diferentes periodos del día (Dorsey 1948). El esfuerzo y costo requerido para mover los letreros cuatro veces al día (inicio y fin de la hora pico de la mañana y tarde), a través de todo el segmento, era muy elevado. Para abordar este problema, calles con operaciones reversibles se equiparon con dispositivos automatizados,

mecanismos eléctricos y mecánicos y recientemente sistemas dinámicos de comunicación y control (abordados en la siguiente sección).

Los estándares más actuales para el diseño y ubicación de señales en carriles reversibles están contenidos en MUTCD (2001). Las siete señales relacionadas a carriles reversibles se muestran en la figura 18, cada una dentro de su categoría. Debido a que los carriles reversibles son usados periódicamente, estas señales tienden a ser informativas, dando información sobre periodos de utilización más allá que ser simbólicas.

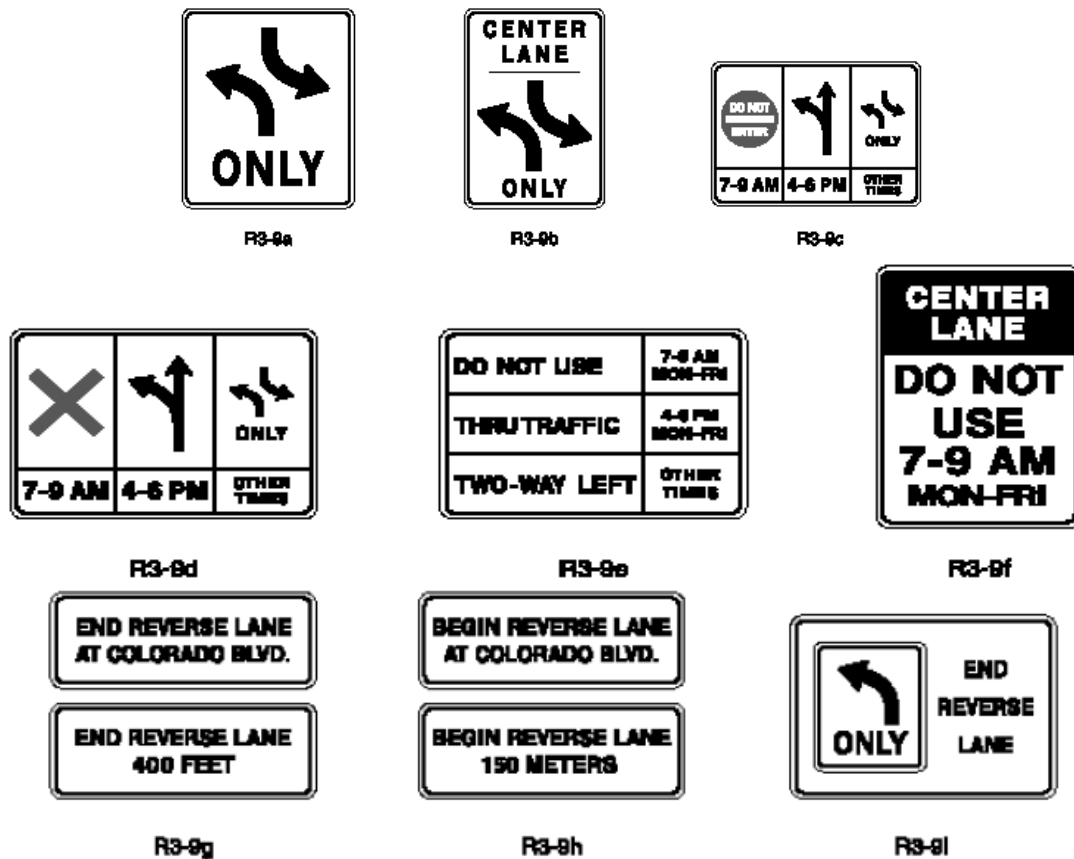


Imagen 44. Señales de carriles verticales modernas (Fuente: MUTCD 2001).

La MUTCD (2001) permite el uso de letreros al lado de la calzada y aéreos en vías reversibles. Sin embargo, también requiere que todos los letreros de control, sean aéreos, todos los rótulos que estén situados sobre la calzada deberán ser de carácter provisional. A como se muestra en la imagen45 la MUTCD también ofrece un diagrama de colocación genérico para indicar aproximadamente, la instalación de estas señales. Otro requerimiento clave de la MUTCD para esos letreros es que, sean instalados para que “al menos uno, preferiblemente dos” sean visibles en todo tiempo, para que “el conductor tenga una indicación definitiva de que carril está reservado para su uso particular”. Realizar esto, será específicamente crítico en las curvas y en otros puntos donde se genere mayor tráfico, así como en segmentos de transición.

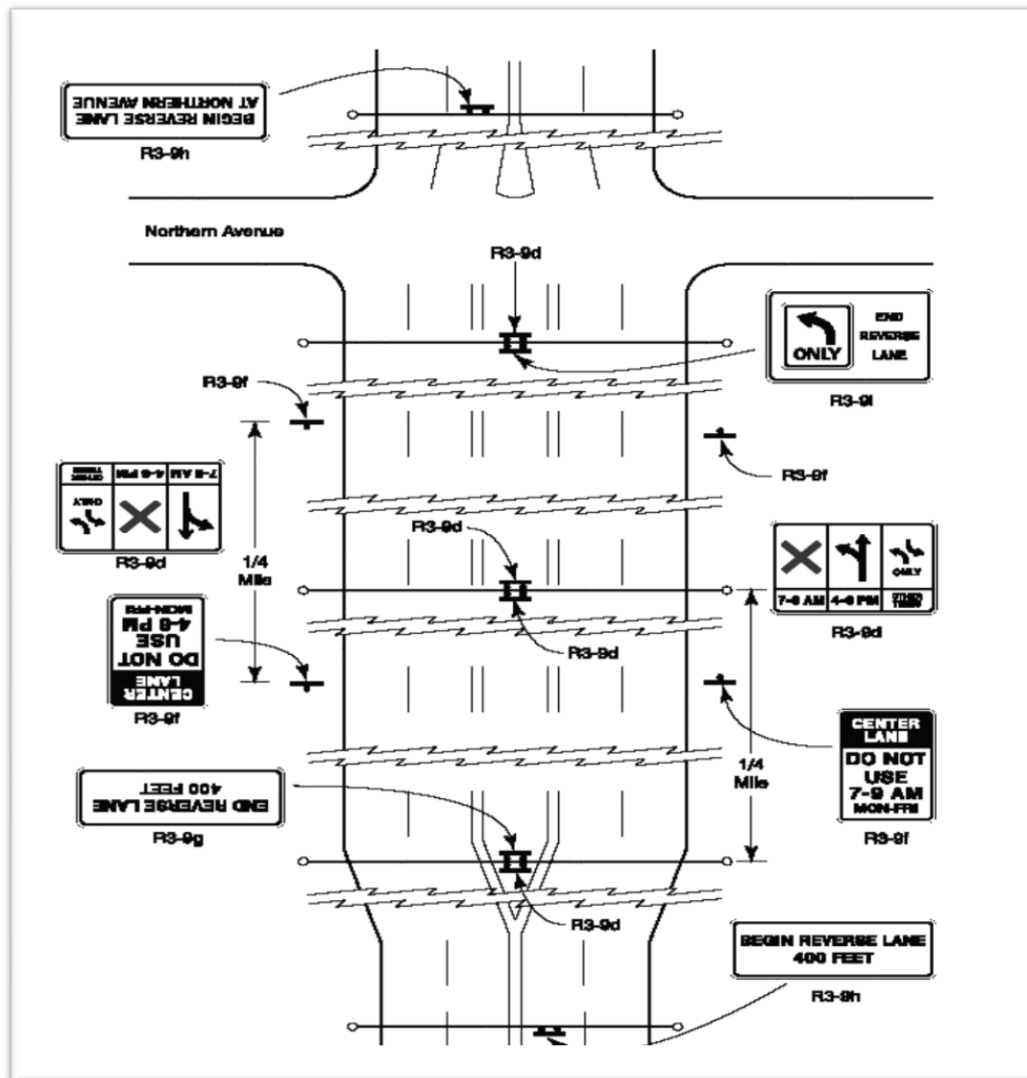


Imagen 45. Requisitos de instalación para señales en carriles reversibles (Fuente: MUTCD 2001).

7.13.3 Señales

Las señales de control de carril son utilizadas para indicar cuales carriles de la sección reversible están disponibles o no para ser utilizados en una dirección en particular. En algunos casos, indican cuales carriles están en proceso de poder ser utilizados. Uno de los primeros ejemplos de un sistema de señales para un carril reversible fue desarrollado por el departamento de tráfico de Michigan (MDOT), en la avenida Dearborn (DeRose 1966). Estas señales fueron las primeras aplicaciones iluminadas, con una "X" roja cambiante a una flecha verde, para asignar carriles abiertos y cerrados. Curiosamente, las flechas usadas para indicar carriles abiertos apuntaban hacia arriba en vez de hacia abajo, a como se realiza actualmente. Debido a que el carril reversible en la avenida era usado como bidireccional, la señal también incluía guía para girar a

la izquierda. Indicando “NO” durante periodos reversibles y “SOLO” durante periodos donde se permitían giros a la izquierda.

Orientación del diseño y aplicación de señales de control de carril están incluidas en el MUTCD. Las directrices actuales permiten cinco indicaciones diferentes de estas señales:

- Una flecha verde apuntando hacia abajo, sobre un carril para indicar a los conductores que se les permite conducir a través de este carril.
- Una “X” amarilla, posicionada sobre un carril para indicar a los conductores que un cambio está a punto de ocurrir y que los conductores deben comenzar a abandonar la línea.
- Una “X” roja, posicionada sobre un carril para indicar a los conductores que no se permite conducir por ese carril.
- Dos flechas curvadas blancas, apuntando a la izquierda, que indican que el carril puede ser utilizado para giros a la izquierda en ambas direcciones, pero no para conducir a través del carril.
- Una flecha curvada blanca, apuntando a la izquierda, que indican que el carril puede ser utilizado para giros a la izquierda en la dirección indicada, pero no para conducir a través del carril.

Además de proporcionar esas indicaciones, la MUTCD describe su operación basado en la dirección de aproximación y requerimientos de transición. El manual también ofrece dirección en la ubicación de los dispositivos verticales y horizontales, a lo largo de la carretera, inicialmente deben ser visibles a una distancia de 700 m (2300 pies). Los requerimientos de visibilidad de las señales son similares a los de los rótulos y necesitan ser instalados para que al menos uno o preferiblemente dos señales estén visibles todo el tiempo. La implementación de los varios requerimientos pueden ser visto en la figura 20, una fotografía en una sección de la calle Tyvola en Charlotte, Carolina del Norte.



Imagen 46. Señales verticales aéreas sobre carril reversible, Calle Tyvola, Charlotte, Carolina del Norte.

7.13.4 Señales horizontales

Así como en las señales y rótulos, las señales horizontales para segmentos de carreteras reversibles han cambiado a través del tiempo. Las primeras señales eran líneas convencionales sólidas, blancas o amarillas. Sin embargo, se usaron algunos métodos experimentales (Lathrop 1972). Uno involucraba una línea de placas plásticas que se podía colocar boca arriba o boca abajo por un vehículo de mantenimiento de carreteras. Dependiendo en la dirección de viaje, las placas se voltearían para mostrar un color blanco o amarillo, o un color de pintura igual al de la superficie de la carretera. Otro método experimental incluía el uso de tiras de goma inflables, identificando que carril podía o no ser utilizado, sin embargo ninguno de estos métodos probó ser práctico por lo que fueron eliminados y no se utilizan actualmente.

La MUTCD ofrece directrices para señales sobre el pavimento en carriles reversibles que consisten usualmente en “dos líneas normales discontinuas amarillas, a cada lado del carril, para delinear los bordes del carril, donde operaciones reversibles suceden” (MUTCD 2001). Un ejemplo de esto puede ser visto también en la Calle Tyvola en la figura 21, en la cual los cinco carriles de la sección son reversibles. La MUTCD también da directrices para las marcas de pavimento elevadas, incluyendo posición lateral y longitud de espaciamiento.



La revisión de la práctica también muestra otras variaciones en los dispositivos de control de tránsito para carriles reversibles. La figura 23 muestra una fotografía una localidad en Hanover, Alemania, donde señales verticales aéreas, se han aumentado con una serie de imágenes gráficas variables, que esquemáticamente ilustran la colocación de puntos de acceso y egreso.

Imagen 47. Señales horizontales en carriles reversibles. Calle Tyvola, Charlotte, Carolina del Norte.



Imagen 48. Dispositivos de flujo de tráfico de transición y control, Hanover, Alemania (Fuente: Fellendorf et Al, 2000).

7.13.5 Control

El escrutinio de los dispositivos de control de tránsito, para carriles reversibles muestra un alto nivel de variación en el desarrollo de la aplicación de tales dispositivos. En muchos casos, las señales que usualmente son usadas para guiar el tráfico son diseños no estandarizados por la MUTCD, ni son compatibles con muchos manuales de normas reconocidos a nivel mundial. Diversas investigaciones fueron realizadas para determinar el nivel en la cual los organismos, usando carriles reversibles están usando dispositivos de control convencionales de MUTCD, o si han desarrollado sus propias directrices locales, o si han informalmente creado nuevas señales para atender necesidades específicas.

Se lograron obtener información de 23 agencias de Estados Unidos, de las cuales, 14 reportaron que los dispositivos usados en sus carriles reversibles se basan en normas estandarizadas. Las más comunes fueron la MUTCD, sin embargo diversas respuestas también muestran que algunas de ellas han desarrollado normas propias. Esto indica que casi el 40% de las agencias han creado nuevas señales no estandarizadas. A como se muestra en la figura 26, pocas agencias indican que usan señales horizontales pintadas en pavimento convencionales u otros dispositivos tales como delimitadores y marcadores de carril. Un ejemplo de esto fue el uso de marcas de pavimento en donde la doble línea amarilla discontinua, era comúnmente aceptada y comprendida por conductores y las agencias no requerían desarrollar ninguna nueva señal.

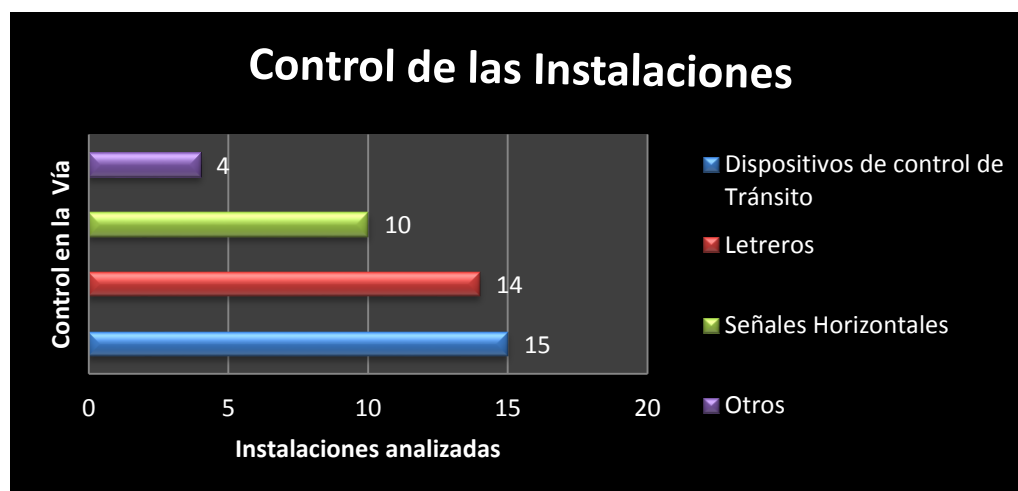


Imagen 49. Patrones documentados para instalaciones reversibles

Hay una variedad de señales que han sido localmente personalizadas para mostrar las horas de operación o utilización. La mayoría de estas señales, no son compatibles con la MUTCD, aunque la mayoría, son una combinación de señales compatibles con la MUTCD. Por ejemplo, las letras y material. La figura

27 muestra un ejemplo de una señal compuesta, a lo largo del segmento reversible en la calle Canal en Washington D.C.



Imagen 50. Señal compuesta, combinación de señales.



Imagen 51. Avenida Connecticut – Zona de transición y marcas de pavimento, Washington, D.C.

7.13.6 Otros dispositivos.

La revisión de prácticas actuales, muestra que una variedad de dispositivos han sido también utilizados en carriles reversibles. Involucran varios sistemas de barreras y barricadas, incluyendo sistemas automáticos, manuales, activos y pasivos, así como diversos dispositivos de canalización. Donde operaciones reversibles son utilizadas en autopistas con altas velocidades o con altos volúmenes de tráfico, estos sistemas son típicamente más resistentes y más caros, y usualmente más complicados de instalar y modificar, que otros sistemas.

7.13.6.1 Uso de barreras.

Diferentes tipos de barreras han sido utilizados para segmentos de carril reversible. Usualmente se han implementado diseños de barreras estándares. Un sistema de barrera más innovador que ha ganado popularidad para carriles reversibles es la barrera movable. Las barreras movibles han sido utilizadas tanto en bases permanentes y puentes, así como en bases temporales en construcciones donde volúmenes de flujo desbalanceados son experimentados. Las barreras movibles han sido utilizadas en puentes alrededor del mundo, como por ejemplo en el Puente Coronado en San Diego y el puente TappanZee en Nueva York.



Imagen 51. Barrera de hormigón Prefabricada. Longitud: Dos piezas 7.2m (23.62').. Ancho (Base): 0.63m (2'). Instalación: Temporal y permanente.

La apariencia y rendimiento de barreras móviles de concreto son similares a las fijas. La diferencia principal es que cada segmento incorpora una tapa superior que es usada por un vehículo para levantar y posicionar la barrera en el sitio deseado. Este vehículo puede moverse a una velocidad de 10 mph y puede mover barreras entre dos carriles.



Imagen 51. Ejemplo de una barrera móvil puesta en marcha durante una construcción pasada en el Puente Robert F. Kennedy.

7.14 Aplicación de leyes y personal de tránsito para uso de Carril reversible

Uno de los controles más comunes para periodos cortos (menos de unas cuantas horas), en operaciones reversibles frecuentes envuelve el cumplimiento de las leyes de tránsito y personal para que controle las leyes. En locaciones donde una operación de flujo reversible puede ser requerida para eventos ocasionales especiales y no es efectivo, debido al costo de instalar características de control permanente, se usa personal (agentes de tránsito) usualmente al inicio y final del segmento reversible, para direccionar el tráfico en los carriles apropiados. Sus esfuerzos se basan en una ventaja adicional que puede ser adquirida del uso del manual de control en el punto de entrada: el flujo puede ser balanceado en los carriles normales y convertidos, si es necesario. En este tipo de configuraciones, es también común ver locaciones de personal de tránsito en intersecciones críticas, para prevenir, ingresos de vehículos en lugares no permitidos y en algunos casos prevenir salidas no autorizadas de corrientes de tránsito convertidas. En la finalización del segmento convertido, también se ha utilizado personal para regular manualmente las señales de tráfico.

El uso de personal para el control de tráfico en carriles reversibles, es también provechoso para limpiar el segmento de “desviaciones”. La limpieza es lo más crítico a lo largo del segmento reversible, así como las evacuaciones del contra flujo. En estas aplicaciones, los oficiales tendrán que usar, probablemente patrullas, vigilancia por video y vehículos especializados para limpiar las carreteras.

Otra ventaja de los carriles reversibles, desde el punto de vista del personal de control de tráfico, es que los vehículos pueden ingresar y salir del segmento solo en lugares limitados, y es más fácil para los policías capturar y realizar multas (Urbanil y Holder 1977).

7.15 Propuesta de Paso Peatonal

Un área con poco estudio en carriles reversibles y seguridad en las carreteras es el efecto del mismo en peatones. Se asume que problemas peatonales serian eliminados en vías Arteriales, en la cual la gente no estaría al tanto de la dirección en la cual el tráfico se dirige. El efecto para los peatones puede ser más significativo en calles completamente reversibles en donde el tráfico en el carril adyacente a la pasarela peatonal fluiría en cualquier dirección durante diferentes horas del día.

Un ejemplo fue encontrado en la calle Charles en Baltimore, Maryland, en donde 2 carriles con dirección hacia el sur son separados por una acera con hierba. El problema en esa locación es la acción natural en por parte de los peatones de asumir que en uno de los carriles el tráfico será contraria al otro. Para reducir el peligro a los peatones, los oficiales de tráfico prohibieron el uso del carril excepto durante el periodo pico de la mañana.

La presente tesis acata los criterios establecidos a través de estos estudios proponiendo el uso de paso peatonales subterráneos y el mejoramiento de los actuales rediseñándolos para que puedan lograr la absoluta correlación entre los peatones y la vía.

La integración modal es necesaria en un sistema de transporte urbano, la infraestructura peatonal proporciona accesibilidad a los demás sistemas de transporte. Una inadecuada red peatonal puede generar pérdidas de tiempo considerables, o inducir riesgo de accidentes por invasión de calzada o cruces a mitad de cuadra.

En muchos casos, el éxito o fracaso de un sistema de transporte urbano depende del grado de conectividad y accesibilidad del mismo, y su capacidad para integrarse con otros modos de transporte, especialmente los no motorizados.

En el presente, son varias las ciudades en el mundo que están propendiendo por planificar y desarrollar circulaciones peatonales subterráneas, con acceso a diversos servicios como: estacionamientos, estaciones de transporte público y galerías comerciales. Esa es la directriz que deben seguir las grandes y

medianas urbes, tanto en países desarrollados, y en mayor grado, las ciudades de países en vía de desarrollo.

Un estudio realizado en el 2009 en la ciudad de Bogotá D.C. [11], en el cual se encuestaron a 225 peatones, fue aplicado en cercanías a dos pasos peatonales subterráneos y tres elevados. El estudio concluye que hay motivos compartidos para el uso y no uso de los dos tipos de soluciones. Tanto en puentes como en túneles, su uso depende principalmente de la mayor seguridad de cruce respecto a hacerlo a nivel, y al hecho de que no hay otra alternativa para cruzar. Pero en las los motivos para no emplear los dos tipos de infraestructura, priman: el temor a la seguridad estructural del puente y a la pereza de subir las escaleras del puente.

7.16 Percepción de pereza o cansancio respecto de acceder a la infraestructura

La percepción del peatón al ver las escaleras en subida del puente es de pereza o desánimo. En el caso del túnel, primero se baja y al final del trayecto es que se toman las escaleras para subir. Este hecho propicia más al uso del túnel que del puente peatonal, por cuanto los peatones tienden a evaluar el esfuerzo físico que se requiere para cruzar la vía, y por tanto, suele preferirse bajar primero y subir después, y no la situación contraria. Este hecho se acompaña del hecho de que, generalmente, la altura a acceder en los puentes suele ser mayor que en los túneles, es decir, la subida a los puentes implica mayor tiempo y recorrido que la bajada a los túneles. Las menores longitudes de recorrido en los accesos a los túneles respecto de los puentes, se asocian también a una mayor velocidad de caminata en la infraestructura, sumado al hecho de que la velocidad peatonal bajando suele ser mayor que subiendo. En una prueba realizada en dos pasos subterráneos y tres elevados en vías principales de la ciudad de Bogotá D.C. [11], se determinó que la velocidad promedio de circulación peatonal es de 1,36 m/s en los túneles y de 1,06 m/s en los puentes.

Ventajas de los puentes peatonales subterráneos

- Menor exposición a la intemperie
- Menor ocupación del espacio público en los accesos
- Menores costos de construcción.

7.17 Propuesta de mejoras en pasos peatonales aéreos

Uno de los mejores pasos peatonales que combinan estos elementos interactúa también en el medio ambiente.



Imagen 52. Paso peatonal aéreo.

Como podemos ver este tipo de pasos peatonales aéreos nos brindarían una mejor estética para la vía que estaría interrelacionada con los elementos modernos para nuestro país del carril reversible permitiéndole al peatón:

- Disminución de la fatiga.
- Eliminación de largas escalinatas que para los mismos son detectadas como obstáculos que sortear, además de ser de uso nulo para personas con capacidades diferentes.
- Este tipo de pasos tiene la peculiaridad de utilizar rampas que son de libre acceso tanto para peatones como para ciclistas y personas en sillas de ruedas.
- Su dinámica estructura permite que el peatón continúe su marcha haciéndola continua hasta cruzar, por el contrario las escaleras causan una sensación de dilatación de la circulación peatonal aumentando el paso del peatón por la vía.

7.18 Pasos peatonales subterráneos

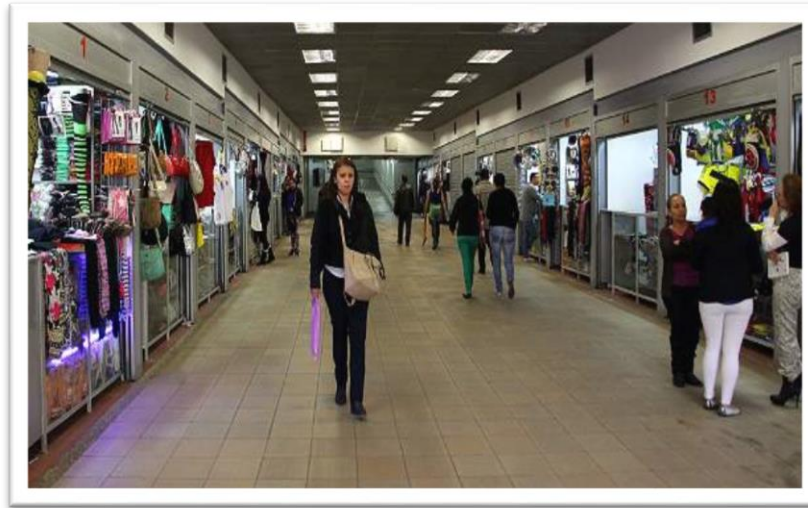


Imagen 53. Ejemplo de Paso peatonal subterráneo en China.

Los pasos peatonales subterráneos ha sido por muchos años la alternativa más viable de países del primer mundo, hoy en día Nicaragua es un país enfocado en el avance y desarrollo de la infraestructura vial es por esto que en los puntos que se determinaron a través del conteo peatonal se propone la implementación de este tipo de pasos peatonales.

Una de las principales ventajas de los pasos peatonales subterráneos es el aprovechamiento del uso de suelo esto es congruente con el crecimiento demográfico poblacional, fenómeno que tiende a desabastecer a las ciudades de suelo disponible. En ese contexto, los espacios subterráneos exponen una oportunidad para que las ciudades no detengan su crecimiento inmobiliario e infraestructura.

Las infraestructuras subterráneas como se muestra en la imagen 53 pueden ser utilizadas también para distintas actividades de comercio en pro de la movilidad urbana peatonal y la generación de una motivación extra para el cruce de peatones.

El factor en el que el peatón se vería más favorecido es la seguridad vial además de las siguientes ventajas:

- Disminución del riesgo de accidentalidad vial
- Menores costos de construcción al emplear tecnología que permita no obstruir la circulación vehicular por la vía a cruzar.
- Menor impacto visual negativo

- Menores afectaciones urbanísticas desfavorables, protección ante impactos ambientales negativos.

- Disminución de la predisposición del usuario al cansancio por usar los túneles debido a que el primer desplazamiento es bajando y no subiendo, y a que se cuenta con menores distancias de recorrido y por tanto mayor velocidad de desplazamiento debido a menores gálidos verticales.

A pesar de las ventajas mencionadas de las soluciones subterráneas respecto de las elevadas, debe reconocerse que los dos tipos de estructuras comparten el problema de la desconfianza del peatón ante la inseguridad personal ante un posible atraco, y la mayor facilidad que representa realizar el cruce a nivel, especialmente si el paso a desnivel está cerca de un cruce semafórico a nivel. Por este motivo, la puesta en marcha de un número cada vez más significativo de pasos peatonales a desnivel debe acompañarse de campañas de motivación y concientización de la ciudadanía frente a los beneficios de su uso y de un plan policial que pueda asegurar el cruce de los peatones.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

Factor humano

Las ventajas alcanzadas a través del diseño y ejecución de la vía con flujo variable además de las ya mencionadas es la modernización de los vigentes métodos de solución para problemas de tráfico, Por lo tanto Nicaragua sería uno de los países centroamericanos pioneros en la investigación y diseño de los usos de carriles reversibles ya que después de consultada la literatura se puede concluir que las normas de diseño e implementación son basadas en puestas en marcha de carriles reversibles y cada una de ellas ha añadido normas según experiencias beneficiando así a los profesionales del país que aumentarían y actualizarían sus conocimientos para métodos alternos de solución vial.

Factor vehicular

Los resultados del presente trabajo monográfico sostienen que el carril reversible es la solución óptima con relación costo- beneficio para la via analizada ya que toma de ventaja, la capacidad no utilizada de los carriles de dirección de flujo menor para aumentar la capacidad direccional en la dirección de mayor flujo, lo que anula la necesidad de construir carriles adicionales.

Dentro los amplios propósitos de este, existen variadas aplicaciones. Las operaciones de tráfico reversibles dentro de este estudio, han sido todas analizadas a fondo determinando que además de su función principal puede brindar los siguientes beneficios:

- Mitigación de la congestión de los períodos punta.
- Manejo del tráfico para eventos especiales planificados.
- Mantener la capacidad a través de las zonas de trabajo de construcción.
- Movimiento de emergencia de las personas hacia fuera de las áreas amenazadas.

Los análisis previos descritos que se realizaron de la vía en el presente trabajo monográfico tales como los estudios de tránsito, ambiental, suelo y análisis de tráfico peatonal reafirman que el carril reversible no presenta problema alguno para su correcto uso.

En general, la mayoría de las aplicaciones de carriles reversibles han sido capaces de alcanzar sus objetivos operativos con impactos relativamente bajos de seguridad y con niveles sorprendentemente altos de comprensión y aceptación del público, por lo tanto la implementación del mismo sugiere un diseño adaptable a la vía.

Otro resultado de esta monografía correspondía a las condiciones en que las operaciones reversibles encajaran de manera más adecuada en la localización, debido al exceso de tráfico que circula por esta vía sin capacidad de lograr el flujo continuo de vehículos en ciertos periodos del día determinados en el

estudio de tránsito lo que pone de manifiesto una mejor comprensión de los beneficios operacionales y económicos, así como los costos de la seguridad, la mano de obra, control y costo las instalaciones.

Es inminente el grado de necesidad de este sistema de carriles, ya que la vía presenta las siguientes características:

- Volúmenes igual de la capacidad,
- Patrones predecibles de alta demanda y / o congestión,
- Derecho de vía limitada (o capacidad para adquirirla) para la construcción de carriles adicionales,
- La falta de capacidad o de la movilidad en las calles paralelas adyacentes debido a un sin número de comercios u obstáculos que hemos analizado.

Por igual la vía cumple con los requisitos generales para hacer un uso efectivo de operaciones reversibles incluyen:

- Entrada al segmento y las condiciones de salida que permiten una alta utilización de los carriles adicionales (Rotonda de la Centroamérica).
- Tráfico que principalmente atraviese la vía.
- Relativamente bajo porcentaje de vehículos pesados en la dirección de flujo menor.

Recomendaciones

Factor humano

El carril reversible con sus características propias como ancho de sección transversal, transiciones iniciales y finales, seguridad vial, correlación con el ambiente y señalización están concluyentemente factibles para su uso en la vía en cuestión basados en que a pesar de la falta general de uniformidad de diseño y manejo, los resultados de los segmentos de carriles reversibles existentes han sido vistos en otros países como positivo. Tal vez esto sugiere que la relativa falta de normas y directrices, ha permitido que los usuarios sean flexibles en sus aplicaciones prácticas y ha permitido evolucionar y adaptarse para encajar mejor a las necesidades de los lugares específicos.

Con la debida puesta en marcha de planes radiales y televisivos para el aprendizaje del uso correcto del carril y los pasos peatonales subterráneos o aéreos la población podrá ambientarse rápidamente al mismo teniendo una rápida aceptación al poder comprobar la circulación más efectiva a través de él.

Los pasos peatonales son una parte importante de esta propuesta ya que con su debida práctica aumentaría el nivel de seguridad de la vía, disminuyendo así los niveles de estrés tanto de peatones al querer cruzar la vía como la de los usuarios que podrán circular sin ningún riesgo a un potencial accidente por imprudencia peatonal, el diseño de estos pasos peatonales merece un estudio

más a profundidad que podría abordarse en investigaciones monográficas futuras ya que conllevan a múltiples beneficios que aquí no fueron abordados.

Factor vehicular

El carril reversible es una alternativa actual para las soluciones de congestionamiento que aplicada correctamente en nuestro país en múltiples vías no solo para flujo del volumen de tráfico sino también para la solución de un problema latente en las principales carreteras del país tal como carretera a Masaya.

Las instituciones deben hacer énfasis en el cumplimiento del derecho para la libre circulación de vehículos creando de la mano de los carriles reversibles planes para la disminución de emisión de gases que se reducirían notablemente si los congestionamientos del país fueran solucionándose continuamente.

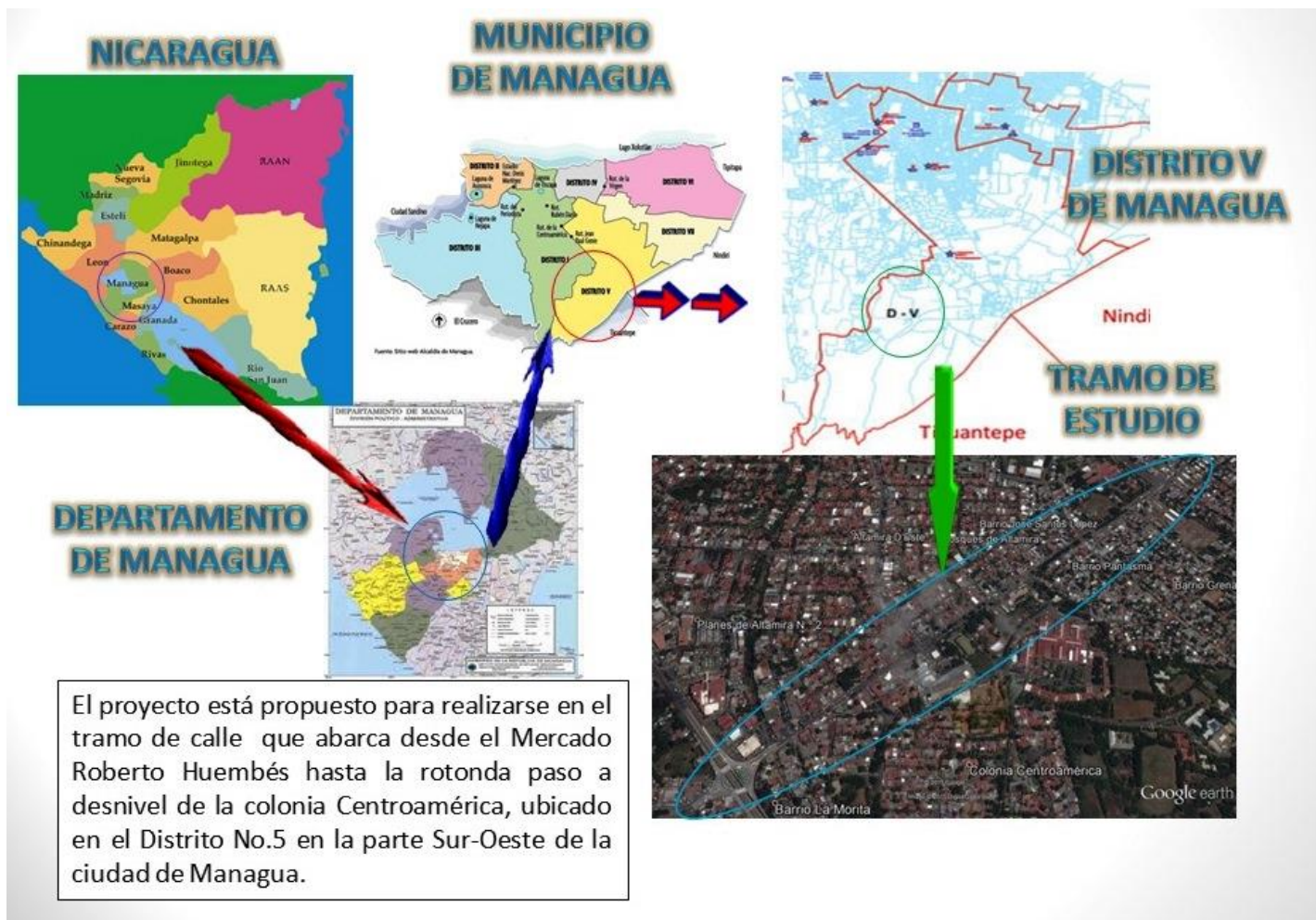
Bibliografía.

- **American Association of State Highway y Transportation Officials.** *A Policy on Geometric Design of Highways y Streets (Green Book)*, 4th ed. Washington, D.C., 2001.
- **American Association of State Highway y Transportation Officials.** *Guide for the Design of High Occupancy Vehicle Facilities*, Washington, D.C., 1992.
- **Cottrell, B.H.** “*Contraflow Safety: Where the Real Problems Lie*,” *Highways*, Vol. 57, pp. 27–28, No. 1946, 1989.
- **DeRose, F.** “Reversible Center-Lane Transit System— Directional y Left-Turn Usage,” *Highway Research Record* 151, Highway Research Board, National Research Council, pp. 1–17. Washington, D.C., 1966
- **Dorsey, R.T.**, “*The Use of the Off-Center Lane Movement in Los Angeles*,” *Transit Quarterly*, Vol. 2, No. 3, 1948, pp. 291–302.
- **Federal Highway Administration.** “*Evaluation of a Movable Concrete Barrier System*,” Report FHWA/VA 94-R10, Washington, D.C., Jan. 1994.
- **Federal Highway Administration.** “*High Occupancy Vehicle (HOV) Interactive 1.0*,” CDROM, Parsons Brinckerhoff, Inc., Washington, D.C., 1996.
- **Federal Highway Administration.** <http://hovpfs.ops.fhwa.dot.gov/>.2012
- **Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.** *Manual on Uniform Transit Control Devices*, Millennium Edition, Washington, D.C., 2001.
- **Hemphill, J. y V.H. Surti**, “A Feasibility Study of a Reversible- Lane Facility for a Denver Street Corridor”
- **Institute of Highways Engineers.** “*ITE Traffic Safety Toolbox*”, Capítulo 13 de manual herramientas de seguridad de Tráfico. Wainwright UK. 1997).
- **Institute of Transportation Engineers,** *Transit Engineering Hybook*, 5th ed., J.L. Pline, Ed., Prentice–Hall, Inc., 718 pp. Englewood Cliffs, N.J., 1999.

- **Lathrop, W.H.**, “Reversible way Controls,” *Transit Quarterly*, Vol. 26, No. 1, pp. 133–147.1972
- **Link, D.**, “Autopista Contraflow Bus Lanes: Some Policy y Technical Issues,” *Transit Engineering*, Vol. 44, No. 1, pp. 31–34. 1975.
- **Ministerio de Construcción y Transporte.** Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes. NIC-2,000. Nicaragua 2000.
- **National Research Council.** *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2000.
- **Normas Jurídicas de Nicaragua.***Ley 559 Ley de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales*, Aprobada octubre 2005.
- **Normas Jurídicas de Nicaragua.***Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.* Marzo 1996.

Anexos

Marco referencial del tramo



Lista de localizaciones y nombres de carriles reversibles existentes. (Tabla I Anexos)

	Locación		Nombre de Autopista	Clasificación	Longitud (miles)	No. De Carriles		Estrategia de control	Propósito	Frecuencia de uso	Duración de operación reversible	Organismo a cargo	Estatus
	Ciudad	Estado				Total	Config. Reversible (s)						
1	Mobile a Montgomery	AL	Interestatal 65 (Hacia el norte)	Autopista	135	4	4:0	Policía de tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de Alabama & DOT	Activa
2	San Diego	CA	Interestatal 15	Autopista	8	2	2:0	Señales aéreas automáticas.	Tránsito Diferenciado (Carril HOV)	Diariamente AM/PM	7 h cada sentido	California DOT	Activa
3	San Diego	CA	Ruta estatal 75	Autopista	2.3	5	3:2	Barreras Movibles	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	4 h cada sentido	California DOT	Activa
4	Condado Summit	CO	Interestatal 70 - Túnel Eisenhower	Autopista y Túnel	2	4	3:1	Señales verticales laterales/ Señales aéreas	Fines de semana "Tránsito de Recreacional"	10-12 Veces/año	4-5 h	California CO	Inactiva
5	Washington	DC	Calle Canal	Arteria Menor	3	2	2:0	Señales verticales laterales/ Señales aéreas	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2.5 h	Distrito DOT	Activa
6	Washington	DC	Avenida Connecticut	Arteria	2.5	6	4:2	Señales verticales / Señales horizontales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2.5 h	Distrito DOT	Activa
7	Washington	DC	Alameda Rock Creek	Arteria	4	4	4:0	Señales verticales laterales/ y agentes de tránsito	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2.5 h	Distrito DOT	Activa
8	Jacksonville a Tallahassee	FL	Interestatal 10 (hacia el oeste)	Autopista	180	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa

9	Pensacola a Tallahassee	FL	Interestatal 10 (hacia el este)	Autopista	180	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa
10	Florida State Rd. (SR) 520 a SR 417	FL	SR 528--- Autopista The Beeline (hacia el oeste)	Autopista	20	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa
11	Tampa a Orange Co.	FL	Interestatal 4 (Hacia el este)	Autopista	110	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa
12	Charlotte Co. a I-275	FL	Interestatal 75 (Hacia el norte)	Autopista	85	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa
13	Ft. Pierce a Orlando	FL	Florida Autopista con peaje	Autopista	75	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa
14	Ft. Lauderdale a Naples (y vice versa)	FL	Interestatal 75- Alligator Alley	Autopista	100	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de FL & DOT	Activa
15	Savannah a Dublin	GA	Interestatal 16 (Hacia el este)	Autopista	120	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de GA & DOT	Activa
16	Peoria	IL	Puente McClugage	Autopista	0.75	3	2:1	Barrera móvil.	Zonas de Construcción, Tránsito Diferenciado	Continuamente	3 h	IL DOT	Inactiva
17	Lexington	KY	Calle Nicholasville	Arteria Mayor	2.6	5	3:1:1	Señales verticales aéreas/ Señales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2 h	KY DOT	Activa

18	Baton Rouge	LA	Calle Highly	Arteria Mayor	1.5	2	2:0	Policía de Tránsito	Eventos Planificados (LSU juegos de Fútbol americano)	Temporalmente (Según sea necesario)	1--2 h	Departamento de Policía de Baton Rouge	Activa
19	New Orleans	LA	Interestatal 10 (Hacia el Oeste)	Autopista	20	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de LA& DOT	Activa
20	New Orleans, LA a Hattiesburg, MS	LA, MS	Interestatal 10 & 59 (Hacia el norte)	Autopista	115	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	LA/MS Policía estatal & LA/MS DOTs	Activa
21	Ocean City a U.S. 50	MD	MD-90	Arteria Primaria	11	2	4:0 (utilizando los hombros de la calzada)	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	MD Policía estatal & DOT	Activa
22	Washington DC Área Metro	MD	MD-97 Georgia Avenida	Arteria	0.5	6	4:2	Señales Horizontales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	5 h	MD DOT	Activa
23	Washington DC Metro Area	MD	US-29 Calle Colesville	Arteria	1	7	5:2	Señales verticales aéreas/ Señales Horizontales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2--3 h	MD DOT	Activa
24	Anne Arundel Co.	MD	MD-77 Calle Mountain	Arteria	1.5	3	2:1	Señales verticales aéreas/ Señales Horizontales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2--3 h	MD DOT	Activa
25	Baltimore	MD	Avenida Erdman	Arteria	1	3	2:1	Señales verticales aéreas/ Señales Horizontales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2--3 h	MD DOT	Activa

26	Baltimore	MD	Puente Hanover	Arteria	0.5	4	3:1	Señales verticales aéreas/ Señales Horizontales	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2--3 h	MD DOT	Activa
27	Annapolis	MD	US-50/301 Puente Bay	Autopista y Puentes	5	5 total 2 Puentes en un sentido (3-carriles y 2-carriles)	2:1 en el puente con 3 carriles y 1:1 en el puente con 2 carriles.	Señales verticales aéreas/ Señales Horizontales	Tránsito Diferenciado, Tránsito Recreacional, y Mantenimiento de Puentes	Diariamente AM/PM	2--3 h	MD DOT	Activa
28	Washington DC Área Metro	MD	US-29 y I-495	Arteria y Autopista	4 y 7	n/a	Hombros	Ninguno	Tránsito para Buses	Diariamente AM/PM	2--3 h	MD DOT	Activa
29	Washington DC Área Metro	MD	Calle Brightside	Arteria	0.75	5 y 6	4:1, 5:1, 3:2 y 4:2	Señales verticales aéreas	Eventos Planeados (Juegos de Fútbol de Washington Redskins)	Temporalmente (Según sea necesario)	2--3 h	MD DOT	Activa
30	Flint	MI	Interestatal 75	Autopista	5.5	5	3:2	Barrera Movable	Zona de construcción y Tránsito de recreación	Continuamente	3--4 diariamente	MI DOT	Activa
31	Deaborn	MI	Avenida Michigan	Arteria	3	6	4:2	Señales verticales aéreas	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	3 h	MI DOT	Inactiva

32	Pontiac	MI	Calle Opdyke	Arteria	2	5	5:0	Señales verticales aéreas/ Policía de Tránsito	Eventos Planeados (Juegos de Fútbol de Lions)	Temporalmente (Según sea necesario)	1--2 h	Comisión Oakly Co. Rd & Departamento de Sheriff's	Inactiva
33	Charlotte	NC	Calle Tyvola	Colectiva Mayor/Distrito	3.5	5 y 6	4:1 y 6:0	Señales verticales aéreas	Eventos Planeados (Juegos de Baloncesto de Charlotte Hornets)	Temporalmente (Según sea necesario)	1--2 h	Departamento de trabajos públicos de Charlotte & Departamento de policía.	Inactiva
34	Charlotte	NC	Interestatal 47	Arteria Menor	1	3	2:1	Señales verticales aéreas	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2 h	Departamento de trabajos públicos de Charlotte	Activa
35	Wilmington y Benson (I-95)	NC	Interestatal 40 (Hacia el este)	Autopista	90	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NC & DOT	Activa
36	Dennis Twp. To Maurice River Twp.	NJ	NJ-47/NJ-347	Arteria Primaria	19	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NJ & DOT	Activa
37	Atlantic City to Washington Twp.	NJ	Autopista Atlantic City	Autopista	44	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NJ & DOT	Activa
38	Ship Bottom Borough a Southampton	NJ	NJ-72/NJ-70	Arteria Primaria	29.5	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NJ & DOT	Activa















39	Mantoloking Borough a Pt. Pleasant Beach	NJ	NJ-35	Arteria Primaria	3.5	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NJ& DOT	Activa
40	Wall Twp. a Upper Freehold	NJ	NJ-47/NJ-347	Autopista	26	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NJ& DOT	Activa
41	Charleston a Columbia	SC	Interestatal 26 (Hacia el este)	Autopista	27	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Policía estatal de NC&Dept. de Transportación	Activa
42	Memphis	TN	Avenida Unión	Autopista	4	6	4:2	Señales verticales aéreas	Tránsito Diferenciado	Diariamente AM/PM	2--3 h	Departamento de trabajos públicos de Memphis	Inactiva
43	Houston	TX	Interestatal 10-Autopista Katy	Autopista	13	7	4:3	Carril Exclusivo, compuertas móviles & Señales	Tránsito Diferenciado (Carriles HOV)	Diariamente AM/PM	2-3 h	Dept. de Transportación de TX	Activa
44	Corpus Christi a San Antonio	TX	Interestatal 37 (Hacia el norte)	Autopista	90	4	4:0	Policía de Tránsito	Uso en emergencias (evacuaciones en huracanes)	Según sea necesario	2 diariamente	Depto. De seguridad pública de TX y DOT	Activa
45	Alexyria Co.	VA	Interestatal 95	Autopista	18	7	4:3	Carril Exclusivo, compuertas móviles & Señales	Tránsito Diferenciado (Carriles HOV)	Continuamente	2--3 h	VA DOT	Activa
46	Seattle	WA	I-5	Autopista	10	2	2:0	Carril Exclusivo, compuertas móviles & Señales	Tránsito Diferenciado/ Eventos Especiales	Diariamente AM/PM & Según sea necesario	1--2 h	DOT del estado WA	Activa

47	Seattle	WA	I-90	Autopista	10	2	2:0	Carril Exclusivo, compuertas movibles & Señales	Carriles HOV / Eventos Especiales	Diariame nte AM/PM &Según sea necesario	1-2 horas	DOT del estado WA	Activa
----	---------	----	------	-----------	----	---	-----	-------------------------------------------------------------	-----------------------------------------	--------------------------------------------------------	-----------	----------------------	--------

Detalle de Señalización encontrada en el tramo en estudio. (Tabla II de Anexos)

SEÑALES ENCONTRADAS INTERSECCION SEMAFORIZADA HOSPITAL DEL NIÑO - ROTONDA CENTROAMERICA				
SIMBOLOGIA	CODIGO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	OBSERVACION
PV	P-9-1	Peatón en la Vía	Preventiva	
S	P-3-3	Semáforo Próximo	Preventiva	
SD	R-6-1	Solo Derecha	Restringida	
PB	R-10-1	Parada de Bus	Restringida	
PV	P-9-1	Peatón en la Vía	Preventiva	
S	P-3-3	Semáforo Próximo	Preventiva	
PB	R-10-1	Parada de Bus	Restringida	
SI	R-6-1	Solo Izquierda	Restringida	
PV	P-9-1	Peatón en la Vía	Preventiva	
CA	R-1-2	Ceda el Paso	Restringida	Intersección La Fuente
PV	P-9-1	Peatón en la Vía	Preventiva	En Isla Canalizadora Inters. La Fuente
CA	R-1-2	Ceda el Paso	Restringida	
NGI	R-3-4a	No Girar a la Izquierda	Restringida	Frente Hospital Manolo Morales
A	R-1-1	Alto	Restringida	Saliendo del Centro Comercial Managua
PV	P-9-1	Peatón en la Vía	Preventiva	
NGI	R-3-4a	No Girar a la Izquierda	Restringida	
A2	R-1-1/R-15-10	Alto Doble Vía	Restringida	
A	R-1-1	Alto	Restringida	Isla Canalizadora Inters. Lozelsa
CA	R-1-2	Ceda el Paso	Restringida	Intersección Lozelsa
CA	R-1-2	Ceda el Paso	Restringida	
A2	R-1-1/R-15-10	Alto Doble Vía	Restringida	saliendo de calle Farm. Xolotlán
D45	P-7-34	Despacio 45 KPH	Preventiva	
	ID-3-23	Diagrama de Rotonda	Informativa	
S	P-3-3	Semáforo Próximo	Preventiva	
PB	R-10-1	Parada de Bus	Restringida	
D45	P-7-34	Despacio 45 KPH	Preventiva	
A	R-1-1	Alto	Restringida	
30KPH	R-2-1	30 KPH Velocidad Maxima	Restringida	
PV	P-9-1	Peatón en la Vía	Preventiva	
NE	R-8-1	No Estacionar	Restringida	
CA	R-1-2	Ceda el Paso	Restringida	Rotonda Centroamerica

Hoja de campo utilizada en conteo vehicular, emitida por MTI. (Tabla III Anexos)

FECHA		DIRECCION DEL FLUJO							ENCUESTADOR					HOJA #		SUPERVISOR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Conteo vehicular (Sentido Oeste - Este) (Tabla IV Anexos)

Hora	Moto	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		Otros	Total	
		Autos	Jeep	Camionetas	Microbus	Minibus	Bus	Liv de Carga	C-2	C-3	Tx-Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A			V.C
6:30/6:45AM	78	193	15	55	13	7	26	7	2	0	0	0	0	0	0	0	16	412
6:45/7:00AM	61	138	30	60	6	0	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	20	338
7:00/7:15AM	74	170	28	50	8	9	12	8	1	0	0	0	0	0	0	0	7	367
7:15/7:30AM	64	144	17	31	9	2	16	2	3	0	0	0	0	0	0	0	3	291
7:30/7:45AM	83	144	10	17	2	6	14	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	282
7:45/8:00AM	85	119	20	26	4	1	10	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	270
8:00/8:15AM	56	174	28	24	6	3	18	5	4	1	0	0	1	0	0	0	0	320
8:15/8:30AM	53	142	24	34	11	4	18	3	6	0	0	0	0	0	0	0	2	297
8:30/8:45AM	57	160	27	43	19	6	18	9	8	0	0	0	0	0	0	0	4	351
8:45/9:00AM	63	147	47	50	8	3	17	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	350
9:00/9:15AM	50	157	37	43	14	2	15	9	13	0	0	0	0	0	0	0	1	341
9:15/9:30AM	56	160	36	99	8	5	18	5	10	0	0	0	0	0	0	2	1	400
9:30/9:45AM	62	121	43	53	11	1	10	7	4	1	0	0	0	0	0	3	1	317
9:45/10:00AM	61	141	46	56	14	1	13	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	349
10:00/10:15AM	63	143	49	45	16	3	12	10	7	0	0	0	1	0	0	1	1	351
10:15/10:30AM	66	121	39	55	9	6	17	11	8	1	0	0	0	0	0	0	0	333
10:30/10:45AM	45	130	39	52	10	5	12	8	13	0	1	0	0	0	0	0	1	316
10:45/11:00AM	71	135	43	53	9	4	14	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	342
11:00/11:15AM	55	125	44	55	11	8	13	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	321
11:15/11:30AM	67	147	41	47	14	3	16	10	14	2	0	0	0	0	0	0	1	362
11:30/11:45AM	52	125	44	70	8	5	18	12	2	0	0	0	0	0	0	0	2	338
11:45/12:00AM	41	131	44	45	8	8	13	5	7	0	0	0	0	0	1	0	0	303
12:00/12:15 PM	53	123	25	28	5	4	11	7	5	1	0	0	0	0	0	0	2	264
12:15/12:30 PM	33	93	33	43	12	8	8	9	5	3	0	0	0	0	0	0	0	247
12:30/12:45 PM	24	99	32	44	13	0	11	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	231
12:45/1:00 PM	19	100	24	41	8	1	14	7	4	2	0	0	0	0	0	0	1	221

1:00/1:15 PM	39	131	38	52	9	1	14	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	300
1:15/1:30 PM	96	146	47	42	15	0	14	6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	373
1:30/1:45PM	43	162	40	58	16	3	11	8	8	1	0	0	0	0	0	0	0	350
1:45/2:00 PM	38	114	29	33	10	2	9	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	245
2:00/2:15 PM	53	139	30	41	10	1	13	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	309
2:15/2:30 PM	43	117	28	50	13	0	12	7	10	1	2	0	0	0	0	0	0	283
2:30/2:45 PM	51	122	46	24	11	0	14	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	274
2:45/3:00 PM	31	98	47	47	12	1	12	13	5	0	2	0	0	0	0	0	0	268
3:00/3:15 PM	37	117	33	43	11	1	18	11	5	1	0	0	1	0	0	0	0	278
3:15/3:30 PM	35	89	36	47	10	2	16	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	252
3:30/3:45 PM	43	93	34	39	5	3	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243
3:45/4:00 PM	31	113	45	39	3	1	13	8	7	1	0	0	0	0	0	0	0	262
4:00/4:15PM	50	130	35	39	11	3	18	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	301
4:15/4:30 PM	53	132	43	40	18	2	13	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	308
4:30/4:45 PM	46	65	55	59	14	1	17	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	279
4:45/5:00 PM	46	140	36	29	3	2	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	271
5:00/5:15PM	35	151	62	57	13	4	20	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	360
5:15/5:30 PM	67	103	30	29	9	4	14	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	267
5:30/5:45 PM	69	128	29	25	7	4	19	6	5	2	0	0	1	0	0	0	0	295
5:45/6:00 PM	71	115	18	35	12	5	19	4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	289
6:00/6:15PM	70	175	11	44	20	7	18	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	364
6:15/6:30 PM	85	101	21	51	8	4	18	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	305
Total	2624	6263	1658	2142	496	156	707	365	260	26	5	1	4	0	1	6	76	14790

Conteo vehicular (Sentido Este - Oeste) (Tabla V Anexos)

Hora	Moto	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		Otros	Total	
		Autos	Jeep	Camionetas	Microbus	Minibus	Bus	Liv de Carga	C-2	C-3	Tx-Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A			V.C
6:30/6:45AM	51	153	27	44	15	7	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	317
6:45/7:00AM	39	152	42	41	12	1	13	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	309
7:00/7:15AM	50	205	51	36	8	1	14	4	3	0	0	0	0	0	0	0	2	374
7:15/7:30AM	49	148	44	24	9	3	11	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	297
7:30/7:45AM	64	162	31	31	3	2	18	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	318
7:45/8:00AM	63	176	21	32	11	4	22	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	336
8:00/8:15AM	67	188	35	33	15	2	28	7	5	0	0	0	0	0	1	2	1	384
8:15/8:30AM	42	200	37	43	14	4	24	6	1	2	0	0	0	0	0	1	1	375
8:30/8:45AM	44	198	40	34	8	2	18	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	352
8:45/9:00AM	28	160	44	46	16	1	17	8	5	1	0	1	0	1	0	0	0	328
9:00/9:15AM	37	157	52	44	17	0	12	8	3	0	0	1	0	0	0	1	0	332
9:15/9:30AM	41	134	32	43	14	1	18	6	1	0	0	0	0	0	0	2	0	292
9:30/9:45AM	54	192	45	60	12	0	13	10	3	0	0	0	0	0	0	3	0	392
9:45/10:00AM	33	111	38	37	12	7	12	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	267
10:00/10:15AM	30	111	23	55	9	2	16	11	3	0	0	0	0	0	0	1	0	261
10:15/10:30AM	44	140	51	44	8	4	11	7	4	2	1	0	1	0	0	2	0	319
10:30/10:45AM	58	121	39	48	9	6	17	12	4	1	0	1	0	0	0	0	0	316
10:45/11:00AM	47	110	40	48	10	4	11	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	289
11:00/11:15AM	55	145	65	51	22	8	26	12	11	3	0	2	0	0	0	0	2	402
11:15/11:30AM	40	167	42	20	5	0	1	8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	285
11:30/11:45AM	63	145	48	54	10	5	15	7	1	1	0	1	0	0	1	0	1	352
11:45/12:00AM	61	109	39	40	9	5	11	4	4	0	0	0	0	0	0	0	1	283
12:00/12:15 PM	55	157	50	47	6	5	17	6	10	0	0	0	0	0	0	3	1	357
12:15/12:30 PM	43	143	29	45	10	3	14	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	302
12:30/12:45 PM	55	153	28	40	10	10	12	8	4	1	0	0	0	0	0	0	1	322
12:45/1:00 PM	35	144	50	40	6	7	10	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	298

1:00/1:15 PM	54	148	44	38	11	6	9	7	3	1	0	0	0	0	0	1	1	323
1:15/1:30 PM	45	135	47	39	10	9	19	9	5	2	0	0	0	0	1	2	0	323
1:30/1:45PM	46	164	45	52	3	9	13	4	6	0	1	0	0	1	0	0	0	344
1:45/2:00 PM	37	143	55	63	4	3	12	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	323
2:00/2:15 PM	49	139	41	58	8	7	9	10	2	1	1	0	1	1	0	0	1	328
2:15/2:30 PM	39	134	48	43	4	3	16	4	5	0	3	0	0	0	0	0	3	302
2:30/2:45 PM	77	140	42	54	13	2	12	8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	352
2:45/3:00 PM	61	146	48	47	9	3	15	6	7	1	0	0	1	0	0	0	0	344
3:00/3:15 PM	62	146	62	49	8	6	12	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	359
3:15/3:30 PM	49	144	35	39	10	2	8	10	4	0	1	1	0	0	0	0	1	304
3:30/3:45 PM	39	141	34	44	11	8	16	7	5	3	0	0	0	1	0	0	2	311
3:45/4:00 PM	45	117	29	54	10	10	11	13	9	0	0	1	0	2	1	1	0	303
4:00/4:15PM	53	178	39	59	7	3	10	4	4	1	1	0	1	0	0	0	3	363
4:15/4:30 PM	64	140	31	56	7	9	16	4	4	0	0	1	0	1	0	0	1	334
4:30/4:45 PM	63	164	38	40	11	1	13	11	7	3	0	0	0	0	0	0	0	351
4:45/5:00 PM	74	149	30	44	5	6	16	6	3	1	0	1	0	0	0	0	1	336
5:00/5:15PM	88	181	44	35	9	2	13	6	6	1	1	0	0	0	0	0	1	387
5:15/5:30 PM	71	182	55	36	9	5	20	10	4	1	0	0	0	0	1	1	3	398
5:30/5:45 PM	52	154	28	45	16	8	16	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	326
5:45/6:00 PM	40	153	43	42	13	2	14	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	318
6:00/6:15PM	51	206	52	37	9	1	15	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	382
6:15/6:30 PM	50	149	45	25	10	4	12	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	305
Total	2457	7334	1978	2079	477	203	693	344	187	34	12	11	4	7	5	21	29	15875

Reporte de Movimiento de Tierra (Tabla VI Anexos)

ALINEAMIENTO: EJE CENTRAL EXISTENTE

LÍNEA : SECCIONES RASANTE

ESTACIONAMIENTO INICIAL: 0+010.000

ESTACIONAMIENTO FINAL: 1+600.000

<u>Estación</u>	<u>Área de Corte (m2.)</u>	<u>Vol. de Corte (m3)</u>	<u>Volumen Reusable Volumen (m3)</u>	<u>Área de Relleno (m2)</u>	<u>Volumen de Relleno (m3)</u>	<u>Volumen Acumulado corte (m3)</u>	<u>Vol. Acumulado Reusable (m3.)</u>	<u>Vol. Relleno Acumulado (m3)</u>	<u>Vol. Neto Acumulado (m3.)</u>
0+010.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+020.000	2.88	14.42	14.42	0	0	14.42	14.42	0	14.42
0+030.000	2.98	29.32	29.32	0	0	43.75	43.75	0	43.75
0+040.000	3.16	30.71	30.71	0	0	74.46	74.46	0	74.46
0+050.000	3.26	32.11	32.11	0	0	106.57	106.57	0	106.57
0+060.000	3.3	32.82	32.82	0	0	139.39	139.39	0	139.39
0+070.000	3.28	32.9	32.9	0	0	172.29	172.29	0	172.29
0+080.000	3.24	32.57	32.57	0	0	204.86	204.86	0	204.86
0+090.000	2.92	30.78	30.78	0	0	235.64	235.64	0	235.64
0+100.000	1.08	19.97	19.97	0	0	255.61	255.61	0	255.61

0+110.000	0.75	9.17	9.17	0	0	264.78	264.78	0	264.78
0+120.000	0.74	7.44	7.44	0	0	272.22	272.22	0	272.22
0+130.000	0.74	7.4	7.4	0	0	279.61	279.61	0	279.61
0+140.000	0.87	8.05	8.05	0	0	287.66	287.66	0	287.66
0+150.000	0.66	7.63	7.63	0	0	295.29	295.29	0	295.29
0+160.000	0.71	6.82	6.82	0	0	302.11	302.11	0	302.11
0+170.000	1.73	12.16	12.16	0	0	314.27	314.27	0	314.27
0+180.000	1.79	17.69	17.69	0	0	331.95	331.95	0	331.95
0+190.000	1.62	17.03	17.03	0	0	348.99	348.99	0	348.99
0+200.000	1.54	15.77	15.77	0	0	364.76	364.76	0	364.76
0+210.000	3.24	23.87	23.87	0	0	388.63	388.63	0	388.63
0+220.000	1.38	23.13	23.13	0	0	411.76	411.76	0	411.76
0+230.000	3.1	22.4	22.4	0	0	434.16	434.16	0	434.16
0+240.000	2.96	30.25	30.25	0	0	464.41	464.41	0	464.41
0+250.000	2.84	28.99	28.99	0	0	493.4	493.4	0	493.4
0+260.000	2.76	28	28	0	0	521.39	521.39	0	521.39

0+270.000	1.06	19.1	19.1	0	0	540.49	540.49	0	540.49
0+280.000	1.02	10.43	10.43	0	0	550.92	550.92	0	550.92
0+290.000	1.02	10.22	10.22	0	0	561.14	561.14	0	561.14
0+300.000	2.86	19.4	19.4	0	0	580.55	580.55	0	580.55
0+310.000	1.22	20.37	20.37	0	0	600.92	600.92	0	600.92
0+320.000	3.01	21.14	21.14	0	0	622.06	622.06	0	622.06
0+330.000	3.2	31.07	31.07	0	0	653.13	653.13	0	653.13
0+340.000	2.68	29.38	29.38	0	0	682.51	682.51	0	682.51
0+350.000	0.68	16.76	16.76	0	0	699.27	699.27	0	699.27
0+360.000	1.25	9.65	9.65	0.04	0.21	708.92	708.92	0.21	708.71
0+370.000	1.41	13.34	13.34	0	0.21	722.26	722.26	0.42	721.84
0+380.000	0.8	11.07	11.07	0	0	733.33	733.33	0.42	732.92
0+390.000	2.31	15.58	15.58	0	0	748.91	748.91	0.42	748.5
0+400.000	2.31	23.12	23.12	0	0	772.04	772.04	0.42	771.62
0+410.000	0.73	15.22	15.22	0	0	787.26	787.26	0.42	786.84
0+420.000	0.71	7.21	7.21	0	0	794.47	794.47	0.42	794.05

0+430.000	0.69	6.97	6.97	0	0	801.44	801.44	0.42	801.02
0+440.000	0.66	6.74	6.74	0	0	808.18	808.18	0.42	807.76
0+450.000	2.14	14.03	14.03	0	0	822.21	822.21	0.42	821.8
0+460.000	0.69	14.17	14.17	0	0	836.38	836.38	0.42	835.96
0+470.000	0.74	7.15	7.15	0	0	843.53	843.53	0.42	843.11
0+480.000	0.77	7.56	7.56	0	0	851.09	851.09	0.42	850.68
0+490.000	0.77	7.69	7.69	0	0	858.78	858.78	0.42	858.37
0+500.000	0.77	7.67	7.67	0	0	866.46	866.46	0.42	866.04
0+510.000	0.78	7.72	7.72	0	0	874.18	874.18	0.42	873.77
0+520.000	1.52	11.51	11.51	0	0	885.69	885.69	0.42	885.27
0+530.000	1.05	12.9	12.9	0	0	898.59	898.59	0.42	898.17
0+540.000	2.3	16.78	16.78	0	0	915.37	915.37	0.42	914.95
0+550.000	0.76	15.32	15.32	0	0	930.69	930.69	0.42	930.27
0+560.000	2.27	15.15	15.15	0	0	945.84	945.84	0.42	945.42
0+570.000	2.29	22.79	22.79	0	0	968.63	968.63	0.42	968.22
0+580.000	0.69	14.89	14.89	0	0	983.53	983.53	0.42	983.11

0+590.000	2.18	14.36	14.36	0	0	997.88	997.88	0.42	997.47
0+600.000	3.01	25.98	25.98	0	0	1023.86	1023.86	0.42	1023.44
0+610.000	2.08	25.47	25.47	0	0	1049.33	1049.33	0.42	1048.91
0+620.000	4.68	33.71	33.71	0	0	1083.04	1083.04	0.42	1082.62
0+630.000	4.05	43.61	43.61	0	0	1126.65	1126.65	0.42	1126.23
0+640.000	3.5	37.72	37.72	0	0	1164.37	1164.37	0.42	1163.95
0+650.000	3.02	32.59	32.59	0	0	1196.95	1196.95	0.42	1196.54
0+660.000	2.58	27.99	27.99	0	0	1224.94	1224.94	0.42	1224.53
0+670.000	2.17	23.74	23.74	0	0	1248.68	1248.68	0.42	1248.26
0+680.000	0.84	15.04	15.04	0	0	1263.71	1263.71	0.42	1263.3
0+690.000	0.8	8.14	8.14	0	0	1271.85	1271.85	0.42	1271.44
0+700.000	0.96	8.77	8.77	0	0	1280.62	1280.62	0.42	1280.2
0+710.000	2.75	18.53	18.53	0	0	1299.15	1299.15	0.42	1298.73
0+720.000	2.88	28.14	28.14	0	0	1327.29	1327.29	0.42	1326.87
0+730.000	2.85	28.68	28.68	0	0	1355.97	1355.97	0.42	1355.55
0+740.000	2.84	28.48	28.48	0	0	1384.45	1384.45	0.42	1384.03

0+750.000	1.18	20.13	20.13	0	0	1404.58	1404.58	0.42	1404.17
0+760.000	1.15	11.65	11.65	0	0	1416.24	1416.24	0.42	1415.82
0+770.000	2.73	19.39	19.39	0	0	1435.62	1435.62	0.42	1435.21
0+780.000	2.5	26.13	26.13	0	0	1461.75	1461.75	0.42	1461.33
0+790.000	2.74	26.18	26.18	0	0	1487.93	1487.93	0.42	1487.52
0+800.000	1.42	20.79	20.79	0	0	1508.72	1508.72	0.42	1508.3
0+810.000	1.57	14.93	14.93	0	0	1523.65	1523.65	0.42	1523.24
0+820.000	3.06	23.12	23.12	0	0	1546.77	1546.77	0.42	1546.35
0+830.000	1.16	21.1	21.1	0	0	1567.87	1567.87	0.42	1567.44
0+840.000	2.53	18.45	18.45	0	0	1586.31	1586.31	0.43	1585.89
0+850.000	2.35	24.36	24.36	0	0	1610.67	1610.67	0.43	1610.25
0+860.000	2.47	24.06	24.06	0	0	1634.73	1634.73	0.43	1634.3
0+870.000	2.5	24.85	24.85	0	0	1659.58	1659.58	0.43	1659.15
0+880.000	2.4	24.51	24.51	0	0	1684.09	1684.09	0.43	1683.66
0+890.000	2.41	24.04	24.04	0	0	1708.13	1708.13	0.43	1707.7
0+900.000	0.81	16.09	16.09	0	0	1724.22	1724.22	0.43	1723.79

0+910.000	0.77	7.9	7.9	0	0	1732.12	1732.12	0.43	1731.69
0+920.000	0.74	7.56	7.56	0	0	1739.68	1739.68	0.43	1739.25
0+930.000	0.91	8.26	8.26	0	0	1747.94	1747.94	0.43	1747.52
0+940.000	0.82	8.65	8.65	0	0	1756.59	1756.59	0.43	1756.17
0+950.000	0.92	8.69	8.69	0	0	1765.28	1765.28	0.43	1764.85
0+960.000	2.43	16.73	16.73	0	0	1782.01	1782.01	0.43	1781.58
0+970.000	0.92	16.76	16.76	0	0	1798.77	1798.77	0.43	1798.34
0+980.000	0.96	9.4	9.4	0	0	1808.16	1808.16	0.43	1807.74
0+990.000	0.98	9.7	9.7	0	0	1817.86	1817.86	0.43	1817.43
1+000.000	1.01	9.95	9.95	0	0	1827.81	1827.81	0.43	1827.38
1+010.000	2.55	17.78	17.78	0	0	1845.59	1845.59	0.43	1845.16
1+020.000	2.33	24.43	24.43	0	0	1870.02	1870.02	0.43	1869.6
1+030.000	2.26	22.97	22.97	0	0	1892.99	1892.99	0.43	1892.56
1+040.000	2.45	23.57	23.57	0	0	1916.56	1916.56	0.43	1916.13
1+050.000	3	27.25	27.25	0	0	1943.81	1943.81	0.43	1943.38
1+060.000	3.28	31.38	31.38	0	0	1975.19	1975.19	0.43	1974.76

1+070.000	2.22	27.53	27.53	0	0	2002.72	2002.72	0.43	2002.29
1+080.000	0.7	14.63	14.63	0	0	2017.35	2017.35	0.43	2016.92
1+090.000	0.81	7.57	7.57	0	0	2024.92	2024.92	0.43	2024.5
1+100.000	0.84	8.25	8.25	0	0	2033.17	2033.17	0.43	2032.74
1+110.000	2.28	15.57	15.57	0	0	2048.74	2048.74	0.43	2048.31
1+120.000	0.88	15.77	15.77	0	0	2064.5	2064.5	0.43	2064.08
1+130.000	2.25	15.64	15.64	0	0	2080.15	2080.15	0.43	2079.72
1+140.000	0.8	15.24	15.24	0	0	2095.38	2095.38	0.43	2094.96
1+150.000	0.8	7.97	7.97	0	0	2103.36	2103.36	0.43	2102.93
1+160.000	0.8	7.98	7.98	0	0	2111.34	2111.34	0.43	2110.91
1+170.000	0.69	7.43	7.43	0	0	2118.76	2118.76	0.43	2118.34
1+180.000	0.74	7.15	7.15	0	0	2125.92	2125.92	0.43	2125.49
1+190.000	0.76	7.48	7.48	0	0	2133.4	2133.4	0.43	2132.97
1+200.000	0.83	7.91	7.91	0	0	2141.31	2141.31	0.43	2140.88
1+210.000	0.93	8.77	8.77	0	0	2150.08	2150.08	0.43	2149.65
1+220.000	1.04	9.82	9.82	0	0	2159.9	2159.9	0.43	2159.47

1+230.000	1.07	10.56	10.56	0	0	2170.46	2170.46	0.43	2170.03
1+240.000	1.17	11.24	11.24	0	0	2181.7	2181.7	0.43	2181.28
1+250.000	1.32	12.48	12.48	0	0	2194.19	2194.19	0.43	2193.76
1+260.000	1.83	15.72	15.72	0	0	2209.91	2209.91	0.43	2209.49
1+270.000	0	9.13	9.13	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+280.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+290.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+300.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+310.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+320.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+330.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+340.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+350.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+360.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+370.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+380.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61

1+390.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+400.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+410.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+420.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+430.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+440.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+450.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+460.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+470.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+480.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+490.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+500.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+510.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+520.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+530.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+540.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61

1+550.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+560.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+570.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+580.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+590.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61
1+600.000	0	0	0	0	0	2219.04	2219.04	0.43	2218.61